Leimstreifenauswertungsmethoden und Leimstreifenversuche an Drillmaschinen.

Von der
Technischen Hochschule zu Breslau
zur
Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte Dissertation.

Vorgelegt
von

Dipl.-Ing. Hans Zödler
aus Beuthen Oberschlesien.

Referent:
Prof. Dipl.-Ing. L. Erhardt

Korreferent:
Prof. Dr.-Ing. Heinel

Tag der mündlichen Prüfung: 11. Januar 1930

1 9 3 0

Leimstreifenauswertungsmethoden und Leimstreifenversuche an Drillmaschinen.

Von der
Technischen Hochschule zu Breslau
zur
Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte Dissertation.

Vorgelegt
von

Dipl.-Ing. Hans Z ö d l e r
aus Beuthen Oberschlesien.

Referent:
Prof. Dipl.-Ing. L.Erhardt

Korreferent:
Prof. Dr.-Ing. Heinel

Tag der mündlichen Prüfung: 11.Januar 1930.

- 1 9 3 0 -

Gemeinnützige Schreibstube, Braunschweig
Wilhelmstraße 97 Fernruf 7447

*20355

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner unvergleichlichen Mutter!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549812_0006

Inhaltsverzeichnis.

Seite

A. Die vorhandenen Leimstreifenauswertungsverfahren und ihre Mängel 1

B. Versuchsanordnungen 11

1. Leimstreifenversuche 12

2. Zeitlupenaufnahmen 13

C. Die Beurteilung der Gleichmäßigkeit einer Körnerfolge durch eine Wertziffer 16

D. Das Raumdiagramm 20

E. Grundriß einiger neuer Auswertungsverfahren 23

F. Die brauchbarste Stegziffer 28

1. Ermittlung der Stegziffer 28

2. Der Bereich 28

3. Die Abhängigkeit der Stegziffer von der Lage des Streifenanfangspunktes 29

4. Die Beziehungen zwischen Stegziffer, Gruppenbildungszahl und Bereich an vier Leimstreifen aufgewiesen 32

5. Die Rechenarbeit, die zur Ermittlung der Stegziffer erforderlich ist. Die günstigste Gruppenbildungszahl 38

6. Die Wahl des Ableitungsschemas und des Bereiches 42

G. Gebrauchsanweisung zur Auswertung einer Körnerfolge nach dem T-Verfahren 43

H. Versuchsergebnisse:

1. Leimstreifen an drei Drillmaschinen verschiedener Systeme .. 44

2. Zeitlupenversuche 46

J. Anhang.

Beispiel einer Auswertung nach dem T-Verfahren.

A. Die vorhandenen Leimstreifen-Auswertungsverfahren und ihre Mängel.

Eine der Hauptforderungen, die heute an Drillmaschinen gestellt werden, ist die, daß das Saatgut innerhalb einer Drillreihe möglichst gleichmäßig verteilt wird. Es ist deshalb sowohl für vergleichende Drillmaschinenprüfungen als auch für die konstruktive Weiterentwicklung der Sämaschinen von Wert, die Art der Körnerfolge innerhalb einer Reihe festzustellen. Das Verfahren, welches hierbei verwendet wird, ist im Jahre 1905 von Geheimrat G. F i s c h e r angegeben worden, und besteht darin, daß die Aussaat der Körner auf einen ebenen wagerechten Papierstreifen erfolgt, der mit Fliegenleim bestrichen ist, so daß die von der Maschine ausgestreuten Körner von dem Klebstoff in der Lage festgehalten werden, wie sie den Streifen erreichen. Die ausstreuende Maschine und der Leimstreifen befinden sich hierbei in Bewegung zueinander mit einer Geschwindigkeit, welche der Fahrgeschwindigkeit der Drillmaschine auf dem Acker entspricht. Die Versuchsanordnung kann entweder so gewählt sein, daß die Maschine über den festliegenden Leimstreifen hinweggefahren wird, oder daß der Streifen unter der an ihrem Orte verbleibenden Maschine fortbewegt wird. Die letztere Anordnung ist gegenwärtig die gebräuchlichere.

Die Länge der Leimstreifen, die G. F i s c h e r in seinen einschlägigen Untersuchungen zu Grunde legte, betrug 5 m. Dieselbe Länge ist von fast allen anderen Versuchsanstellern übernommen worden und auch die Drillmaschinenhauptprüfungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft stützen ihr Urteil auf Leimstreifen, welche die Körnerfolge einer Drillreihe längs eines 5 m langen Fahrweges der Maschine wiedergeben.

Leimstreifen von dieser Länge sind bequem zu überblicken und gestatten bis zu einem gewissen Grade eine zuverlässige Einschätzung der Aussaatgleichmäßigkeit schon auf Grund ihres sinnfälligen Eindruckes. Deshalb konnte man sich längere Zeit hindurch bei der Bewertung von Versuchsergebnissen allein mit einer vergleichenden Betrachtung der Körnerfolge begnügen. Aber auch später, als man zur Entwicklung zahlenmäßiger Auswertungsmethoden fortgeschritten war, behielt daneben immer noch die Beurteilung von Leimstreifen auf Grund ihres sinnfälligen Eindruckes ihre Bedeutung (v.Below, Untersuchungen der maschinellen Dünn- und Einzelkornsaat, S.38).

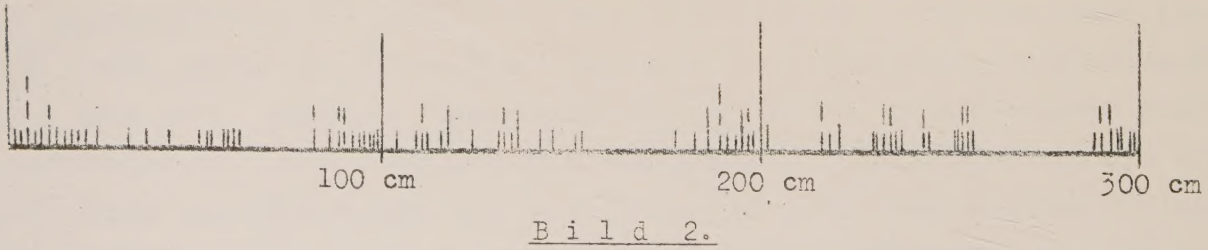
Bei Untersuchungen der Aussaatgleichmäßigkeit verschiedener Drillmaschinen wird es im allgemeinen nicht möglich sein, die entsprechenden Leimstreifen im Original nebeneinander vergleichen zu können. Denn die Aufbewahrung und Samm-

lung von Leimstreifen ist mit Schwierigkeiten verbunden, die vor allem in der geringen Haltbarkeit der Streifen ihre Ursache haben. Nach dem Eintrocknen des Klebstoffes werden die Streifen steif und brüchig und verlieren ihre Körner. Man ist deshalb genötigt, sich auf den Vergleich photographischer Wiedergaben zu beschränken, die übrigens noch den Vorteil größerer Handlichkeit aufweisen. Leider bestehen für die technische Ausführung der photographischen Wiedergabe keine bindenden Richtlinien, so daß die von verschiedenen Versuchsanstellern gefertigten Leimstreifenlichtbilder sowohl in dem für die Verkleinerung gewählten Maßstabe als auch in den Helligkeitswerten derart abweichen, daß man bei einem Vergleich der Aussaatregelmäßigkeit mancherlei Fehlerquellen zu berücksichtigen hat.

Auf Bild 1 auf Seite ist das Lichtbild eines Leimstreifens von 300 cm Länge wiedergegeben. Dieser Streifen soll dazu dienen, alle die in diesem Kapitel beschriebenen Auswertungsverfahren an ihm als Beispiel zu erläutern.

Die mit der photographischen Wiedergabe verknüpften Unzulänglichkeiten haben dazu geführt, die Verteilung der Körner mit Hilfe graphischer Verfahren sinnfällig zu verdeutlichen. Allen diesen Verfahren ist gemeinsam, daß sie die Breitenstreuung der Körner nicht berücksichtigen, sondern von dem Bilde eines Leimstreifens ausgehen, bei welchem die Lage der Körner durch die Ortsangabe ihrer Mittelpunkte auf einem linearen,geradlinigen Aussaatwege gekennzeichnet ist. Dieses Bild weicht von der wirklichen Anordnung der Körner bei der Aussaat auf einem gut vorbereiteten Acker nicht wesentlich ab, da bei Verwendung des üblichen Rillenschares die Breitenstreuung nur gering ist und auch die Tiefenlage des Saatgutes ziemlich gleichmäßig ist.

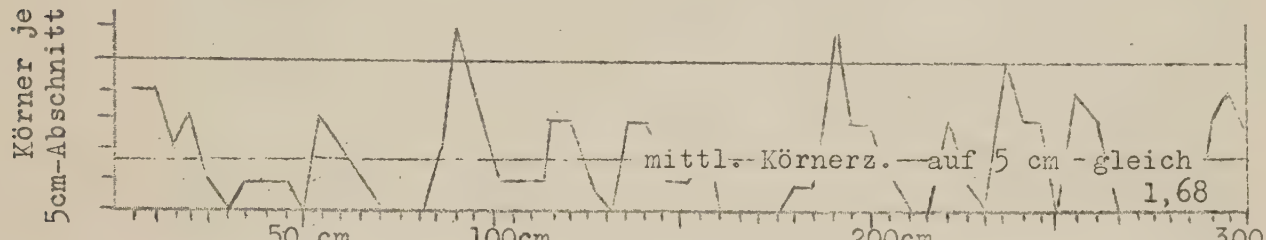
Die erste der erwähnten graphischen Streifendarstellungen gibt die Zahl der Körner, die auf je 1 cm Fahrstrecke gefallen sind, durch kleine senkrechte Striche wieder. Man findet diese Darstellung im Berichte über die Drillmaschinenhauptprüfung von 1911 angewendet (Arbeiten der D.L.G. Heft 222). Auf Bild 2 ist der Leimstreifen von Bild 1 auf diese Weise wiedergegeben.



B i l d 2.

Ein anderes Verfahren derselben Art rührt gleichfalls von G. F i s c h e r her. Der Leimstreifen wird in Abschnitte von je 5 cm Länge unterteilt und die Anzahl der auf jedem Abschnitt liegenden Körner festgestellt. In einem Schau-

bild sind die 5 cm Abschnitte in ihrer natürlichen Reihenfolge als Abszissen dargestellt und die Anzahl der auf jedem Abschnitt liegenden Körner als Ordinaten aufgetragen. Die Endpunkte der Ordinaten werden durch gerade Linien verbunden. Da die Unterteilung der Streifen ohne Rücksicht auf die Aussaatmenge stets in 5 cm Abschnitte erfolgt, ist die auf einen Abschnitt entfallende mittlere Körnerzahl bei jedem Streifen eine andere. Der Wert der mittleren Körnerzahl wird im Diagramm durch eine Parallele zur Abszissenachse angegeben. Auf Bild 3 ist der Leimstreifen von Bild 1 in dieser Weise dargestellt.



B i l d 3.

Die Beurteilung der Aussaatgleichmäßigkeit durch den Vergleich von Leimstreifen bezw. deren Lichtbildern oder graphischen Darstellungen bleibt stets unbefriedigend, wenn der sinnfällige Eindruck der Körnerfolge zum alleinigen Wertmaßstab gewählt wird. Das Bedürfnis nach einem zahlenmäßigen, alle Selbsttäuschungen ausschließenden Bewertungsverfahren macht sich vor allem dann fühlbar, wenn bei größeren Drillmaschinenprüfungen die Beurteilung gegenüber den interessierten Drillmaschinenfirmen zu vertreten ist, besonders, wenn es sich um Leimstreifen handelt, die in der Aussaatgleichmäßigkeit untereinander nicht bedeutend abweichen.

Eine zahlenmäßige Auswertungsmethode ist von Eberhard G i e s e l e r in einem Prüfungsbericht der Saxonia-Drillmaschine von Siedersleben im Oktober 1912 angegeben worden. Gieseler ermittelt die Regelmäßigkeit der Körnerfolge nicht durch Leimstreifenversuche, sondern auf dem bedeutend mühevolleren und weniger erfolgverbürgenden Wege durch Messungen an aufgehenden Pflanzen. Indessen läßt sich sein Verfahren ebenso gut zur Auswertung von Leimstreifen verwenden. An einer Reihe von 101 Körnern werden die 100 Abstände zwischen benachbarten Körnern gemessen. Alle Abstände, die kleiner sind als der mittlere Abstand a werden gewählt und ihre Summe gebildet. Die Anzahl der zu kleinen Abstände bezeichnet man mit z, ihre Summe mit S, ihren Mittelwert mit $b = \frac{S}{z}$. Gieseler beurteilt die Aussaatgleichmäßigkeit auf Grund des Fehlergrades, worunter er das Produkt $f = \frac{z}{100} \cdot \frac{a-b}{100}$ versteht; je größer der Fehlergrad, umso unregelmäßiger arbeitet die Maschine.

Für den auf Bild 1 abgebildeten Leimstreifen ergeben sich die Werte folgender Tabelle:

Tabelle 1. (Verfahren von Gieseler)

mittlerer Körnerabstand a	2,977 cm
Anzahl der zu eng liegender Körner z	70
Summe der zu kleinen Abstände S	80,2 cm
Mittelwert der zu kleinen Abstände $b = \frac{S}{z}$	1,146 cm
a - b	1,83 cm
Fehlergrad $f = \frac{z}{100} \cdot \frac{a-b}{100}$	1,28 v.H.

Fischer beanstandet an dem Gieseler'schen Verfahren, daß es den Nachteil aller Durchschnittsrechnungen aufweist und Schärfen zu sehr mildert. Leimstreifen von ausgeprägt unterschiedlicher Gleichmäßigkeit in der Körnerverteilung weisen nur sehr geringe Unterschiede des Fehlergrades auf (Fischer, Technik in der Landwirtschaft, Jahrgang 1920/21, S.40).

Fischer schlägt deshalb ein anderes Verfahren vor, das gleichfalls die Abstände der Körner untereinander zum Ausgangspunkt nimmt. Für einen Leimstreifen von beliebiger Körnerzahl ermittelt man den mittleren Körnerabstand und gibt die Mengen der Körner in Hundertteilen der Gesamtkörnerzahl an, die von dem vorangehenden Korn um Null bis 20 v.H., um 20 bis 40 v.H., um 40 bis 60 v.H. usw. des mittleren Abstandes zu viel oder zu wenig entfernt sind.

Für den auf Bild 1 wiedergegebenen Leimstreifen mit einem mittleren Körnerabstand von 2,97 cm ergeben sich nach diesem Verfahren die Werte der Tabelle 2.

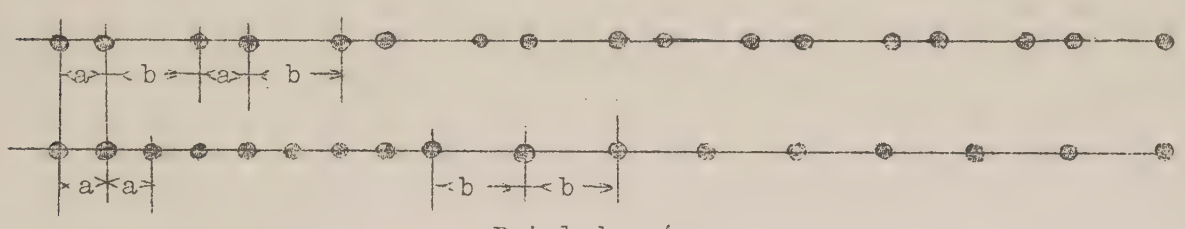
Tabelle 2. (Abstandverfahren von Fischer)

Der Abstand eines Kornes vom voraufgehenden Korn beträgt	Anzahl der Körner in vH der Gesamtkörnerzahl
0 bis 20 v.H. des mittleren Abstandes	21 v.H.
20 " 40 " " " " "	23 " "
40 " 60 " " " " "	14 " "
60 " 80 " " " " "	7 " "
80 " 100 " " " " "	8 " "
100 " 120 " " " " "	5 " "
120 " 140 " " " " "	2 " "
140 " 160 " " " " "	4 " "
160 " 180 " " " " "	5 " "
180 " 200 " " " " "	0 " "
200 " 220 " " " " "	2 " "
220 " 240 " " " " "	1 " "
240 " 260 " " " " "	0 " "
260 " 280 " " " " "	2 " "
280 " 300 " " " " "	2 " "
300 " 320 " " " " "	0 " "
320 " 340 " " " " "	1 " "
" 660 " " " " "	0 " "
660 " 680 " " " " "	1 " "
" 920 " " " " "	0 " "
920 " 940 " " " " "	1 " "
" 1020 " " " " "	0 " "
1020 " 1040 " " " " "	1 " "
	100 v.H.

Gegen dieses Verfahren läßt sich geltend machen, daß infolge der großen Abweichungen der Kornabstände, welche in unserem Beispiel bis zu 1040 v.H. des mittleren Kornabstandes hinaufgehen, die zu Vergleichen notwendige Uebersichtlichkeit des Gesamtbildes erheblich leidet. Aber gerade diese hochbenannten Prozentzahlen dürfen bei Vergleichen keinesfalls außer acht gelassen werden, weil sie für die Aussaatregelmäßigkeit eines Streifens besonders kennzeichnend sind (v.Below, Untersuchungen der Dünn- und Einzelkornsaat, S.37 u.38).

Gegen die beiden zuletzt beschriebenen Verfahren von Gieseler und von Fischer läßt sich noch ein weiterer schwerwiegender Grund ins Feld führen. Beide Verfahren setzen die Lage eines Kornes nur in Beziehung zu den unmittelbar benachbarten Körnern, ohne die Lage des Kornes innerhalb einer größeren Körnerfolge zu berücksichtigen. Es ist aber durchaus nicht gleichgültig, ob ein Korn, dessen Abstand vom voraufgehenden sehr gering ist, inmitten einer Körnerhäufung oder in einer körnerarmen Zone liegt, da im letzteren Falle die Pflanze immer noch Raum zu gesunder Entwicklung finden wird.

Auf Bild 4 sind zwei Körnerfolgen dargestellt, von denen die erste eine bedeutend gleichmäßigere Verteilung des Saatgutes aufweist als die zweite. Sowohl nach dem Verfahren von Gieseler wie nach dem Verfahren von Fischer würden sich für beide Leimstreifen völlig die gleichen Tabellenwerte ergeben.



B i l d 4.

Aus den angeführten Gründen sind beide Verfahren ohne Einfluß geblieben und bald wieder verschwunden.

Ein weiteres, von Fischer angegebenes Auswertungsverfahren knüpft an die von ihm empfohlene Leimstreifendarstellung an, bei welcher die Leimstreifen in Abschnitte von 5 cm Länge unterteilt werden. Man stellt fest, wieviel 5 cm Abschnitte ohne Korn geblieben sind, wieviel mit einem Korn, mit zwei Körnern usw. belegt sind und zählt die gleich stark belegten Abschnitte zusammen. Durch Multiplikation der Anzahl dieser Abschnitte mit der Körnerzahl jedes Abschnittes ergibt sich die gesamte Anzahl der Körner, welche auf Abschnitten mit einem Korn, auf solchen mit zwei Körnern usw. liegen.

In der Tabelle 3 sind für den Leimstreifen von Bild 1 die Körner nach den verschiedenen Belegungsdichten geordnet und in Hundertteilen der Gesamtkörnerzahl angegeben.

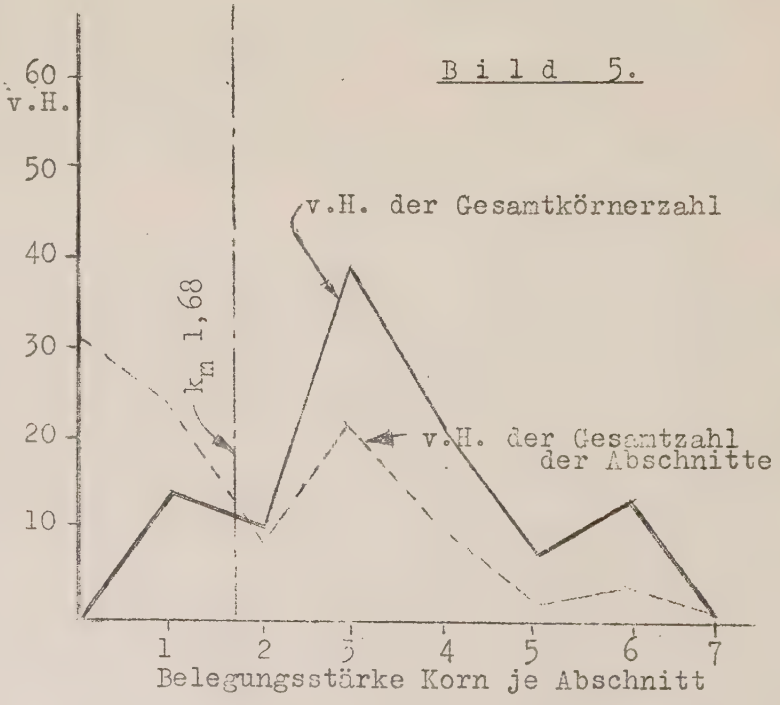
Tabelle 3. (Teilabschnittverfahren von Fischer)
mittlere Körnerzahl je 5 cm Abschnitt k_m = 1,68

Anzahl der 5 cm Abschnitte		Zahl der Körner absolut	Zahl der Körner v.H. der Gesamtkörnerzahl
mit 0 Körnern	19	0	0 v.H.
" 1 Korn	15	15	14,75 " "
" 2 Körnern	5	10	9,9 " "
" 3 "	13	39	38,6 " "
" 4 "	5	20	19,8 " "
" 5 "	1	5	4,95 " "
" 6 "	2	12	11,9 " "
Zahl d.Abschnitte	60	101 Körner	100 v.H.

Die in der Tabelle enthaltenen Werte sind auf Bild 5 durch den vollausgezogenen Linienzug graphisch dargestellt. Auf der Abszissenachse sind die Belegungsstärken eingetragen, während die Ordinaten die Anzahl der 5 cm Abschnitte angeben, welche die zugehörige Belegungsstärke aufweisen. Die Endpunkte der Ordinaten wurden durch gerade Linien verbunden. Die mit k_m bezeichnete mittlere Körnerzahl je 5 cm Abschnitt ist im Schaubild als strichpunktierte Gerade eingezeichnet. Bei vollkommen gleichmäßiger Verteilung des Saatgutes würden sämtliche 5 cm Abschnitte mit k_m Körnern belegt sein; die Kurve würde also hier ihren höchsten Wert von 100 v.H. erreichen und rechts und links davon steil zur Abszissenachse herabsinken. Ein Blick auf den Linienzug genügt, um zu erkennen, daß die auf Bild 5 dargestellte Körnerverteilung noch weit von der vollkommenen entfernt ist.

Bei allen Darstellungen nach dieser Art muß die Kurve stets durch den Nullpunkt des Schaubildes gehen; es kommt also nicht zum Ausdruck, wieviel Abschnitte völlig unbelegt geblieben sind. Um diesem Mangel abzuhelfen, wird auf den Vorschlag von M e r t e n s neben dieser Darstellung noch eine andere benutzt, in welcher die Anzahl der Abschnitte nach ihrer Belegungsstärke geordnet angegeben werden.

Bild 5.



Auf Bild 5 ist eine solche Ergänzungskurve für den Leimstreifen von Bild 1 als gestrichelter Linienzug eingetragen und die dazugehörigen Werte in nachstehender Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 4. (Ergänzung nach Mertens)

Anzahl der 5 cm Abschnitte

	absolut	v.H.der Gesamtabschnittszahl
mit 0 Körnern	19	31,7 v.H.
" 1 Korn	15	25,0 " "
" 2 Körnern	5	8,3 " "
" 3 "	13	21,7 " "
" 4 "	5	8,3 " "
" 5 "	1	1,6 " "
" 6 "	2	3,4 " "
	60 Abschnitte	100 v.H.

Nunmehr kommt wohl zum Ausdruck, wieviel Abschnitte unbelegt geblieben sind; es fehlt indessen auch bei diesem Verfahren jeder Anhalt dafür, ob die unbelegten Abschnitte zwischen Abschnitten von hoher Belegungsstärke verteilt sind, oder ob sie sich zu längeren Lücken aneinander reihen. Ebenso geht nirgends hervor, ob die dicht belegten Abschnitte nur vereinzelt auftreten, oder ob sie zu größeren Körnerhäufungen zusammengesetzt sind. Der Einwurf, der gegen das Verfahren von Gieseler geltend gemacht wurde, läßt sich auch hier in entsprechend veränderter Fassung zum Ausdruck bringen; es ist nicht erkennbar, in welcher Reihenfolge die Abschnitte bekannter Belegungsstärke aufeinanderfolgen. Beispielsweise ergeben die auf Bild 6 dargestellten Körnerfolgen übereinstimmende Tabellenwerte und Schaubildkurven, obwohl das Saatgut bei dem ersteren der beiden Streifen offensichtlich gleichmäßiger verteilt ist, als bei dem zweiten.

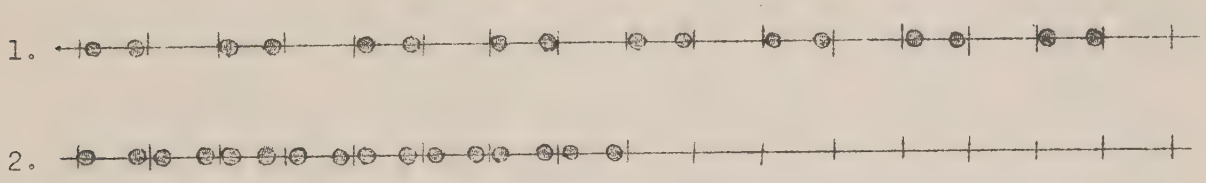


Bild 6.

Da man keinen Weg gefunden hat, durch systematischen Ausbau des Verfahrens die Mängel desselben zu beseitigen, so half man sich damit, bei der Beurteilung von Leimstreifen einige weitere Bewertungspunkte heranzuziehen. In erster Linie wurden die Anzahl und die Länge der Lücken berücksichtigt, ferner die Anzahl und die Größe der Körnerhäufungen. Was hierbei unter einer Lücke bezw. Körnerhäufung zu verstehen ist, beruht auf mehr oder minder willkürlicher Begriffsbestimmung.

Bei der Drillmaschinenhauptprüfung vom Jahre 1925 zählte man unbelegte Streifenstellen von mehr als 15 cm Länge als Lücken und Stellen mit 4 und mehr Körnern auf einer Strecke von 5 cm Länge als Körnerhäufungen. Bei der Bewertung der Prüfungsergebnisse standen nunmehr mehrere verschiedene Beurteilungspunkte gleichberechtigt nebeneinander und es blieb eine Frage der persönlichen Einstellung, welchem dieser Punkte man die entscheidende Bedeutung zuerkennen wollte; ob man beispielsweise größere Lücken oder stärkere Körnerhäufungen für das größere Uebel halten soll.

Es wäre noch hinzuzufügen, daß man bei der Drillmaschinenhauptprüfung von 1925 nach dem Beispiel v.Belows anstelle der Unterteilung in 5 cm Abschnitte eine Teilung in Abschnitte durchführte, deren Länge so gewählt war, daß die Gesamtkörnerzahl mit der Anzahl der Teilabschnitte soweit übereinstimmte, als dies möglich ist ohne auf ganzzahlige Abschnittslängen zu verzichten. Die mittlere Belegungsstärke liegt also möglichst nahe bei dem Werte Eins.

Wenn man diese Auswertungsmethode, wie sie bei der Prüfung von 1925 angewendet wurde, in derselben Form, nur mit den durch eine andere Streifenlänge und Saatdichte bedingten Abänderungen für den Leimstreifen von Bild 1 durchführt, so ergibt sich folgende Tabelle:

T a b e l l e 5. (Auswertungsverfahren der Drillmaschinen-Hauptprüfung von 1925)

Bezeichnung des Leimstreifens	Zahl der Körner auf die gesamte Streifenlänge von 3 m	Zahl der Körner auf 1 m Länge: kleinste	Zahl der Körner auf 1 m Länge: größte	Zahl der Körnerhäufungen auf 3 m	Zahl der Körner auf 5 cm der Häufungsstelle	Lücken über 15 cm: Anzahl	Lücken über 15 cm: Länge cm	Teilabschnitte von 3 cm Länge: Durchschn. Körnerzahl auf 1 Teilabschnitt	Teilabschnitte von 3 cm Länge: Zahl der Abschnitte mit	Zahl der Körner: absol.	Zahl der Körner: v.H. der Gesamtzahl
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Leimstreifen von Bild 1	101	32	36	8	7 6 5 6 5 6 6 5	4	20 27 15 30,9	1,01	0 Körn. 46 1 " 23 2 " 16 3 " 14 4 " 1	0 23 32 42 4 101	0 22,7 31,7 41,6 4,0 100

Wie schon erwähnt wurde, ist aus den Werten einer derartigen Tabelle nicht zu ersehen, welcher der Bewertungspunkte den Ausschlag geben soll. Geheimrat F i s c h e r urteilt über dieses Auswertungsverfahren wenig günstig, wenn er

als Berichterstatter der Drillmaschinenhauptprüfung von 1925 schreibt, daß ein Vergleich der Maschinen nach der Art, wie sie die Körner innerhalb einer Reihe verteilen, schwierig ist, da ein geeigneter Maßstab dafür fehlt.

Bild 1.

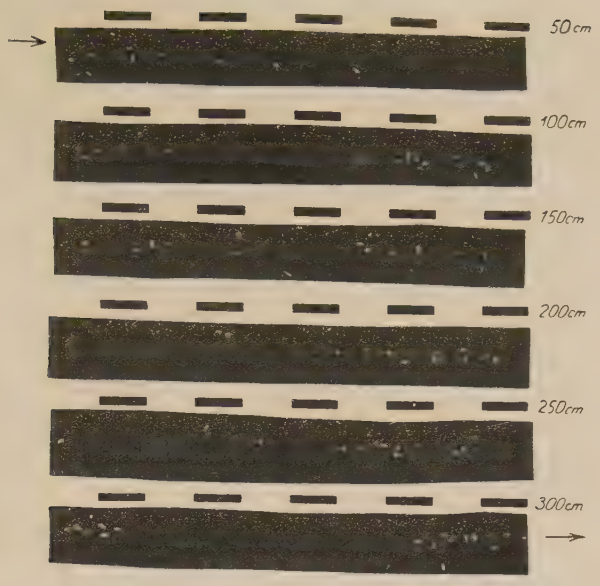
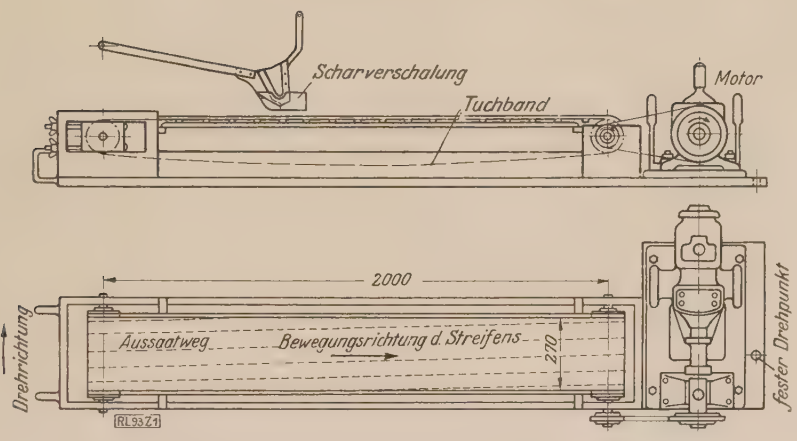
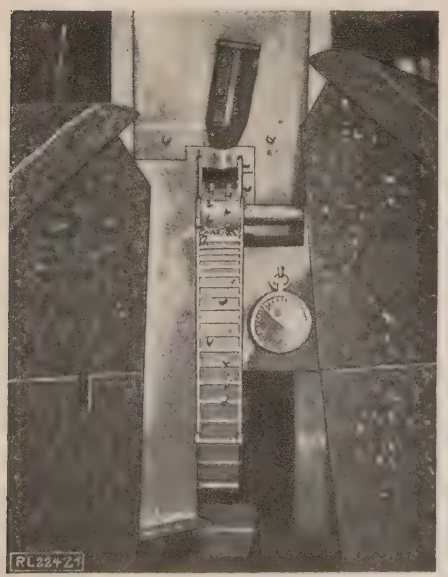


Bild 7.



Entnommen aus: Die Technik in der Landwirtschaft Jahrgang 1928, Heft 11 (V. D. I.-Verlag).

Bild 8.



Entnommen aus: Die Technik in der Landwirtschaft Jahrgang 1929, Heft 10 (V.D.I.-Verlag).

B. Die Versuchsanordnungen.

Es ist in den letzten Jahren ernsthaft der Versuch gemacht worden, eine Normung der Drillmaschinen durchzuführen. Das ist ein Beweis dafür, daß die Entwicklung dieser Maschinengattung zu einem gewissen Abschluß gekommen ist. Bei den üblichen Drillmaschinen liegt der Saatkasten zwischen den beiden großen Hinterrädern und zwar über deren Drehachse. Unterhalb desselben sind am Maschinenrahmen bewegliche Drillschare angeordnet, die sich ständig der Bodengestaltung anpassen und die Drillreihen ziehen, in welche das Saatgut eingebettet wird.

Die Samenkörner legen in der Maschine folgenden Weg zurück: Aus dem Saatkasten gelangen sie zu den Säorganen, welche das Saatgut in recht genau regelbarer Menge den Einlauftrichtern zuteilen. Die Körner fallen dann durch die Saatleitungsröhren zu den Drillscharen und gelangen unmittelbar hinter der Scharspitze in die frisch gezogene Rille in den Erdboden.

Vermutlich ist die Gleichmäßigkeit, mit der die Körner aufeinander folgen, an jeder Stelle ihres Weges von den Säorganen bis zum Erdboden eine andere. Für den Pflanzenzüchter ist nur das Endergebnis von Bedeutung, nämlich die tatsächliche Körnerfolge im Boden, die aber durch Versuche schwer zu bestimmen ist, da sich die Saatrille im Boden durch die in Bewegung befindliche Scharspitze und durch die Lockerheit des Erdreiches gleich wieder schließt und die Körner zum großen Teil verdeckt.

Wollte man versuchen, die Lage der Körner durch Säversuche auf dem Felde festzustellen, dann würden die Ergebnisse durch die Eigenschaften des Bodens, dessen Härte, Krümelung und ackerbauliche Vorbereitung beeinflußt werden; man denke z.B. an die Veränderungen der Körnerfolge, die auf sehr hartem und scholligem Boden dadurch entstehen, daß ein großer Teil der Körner nicht dort liegen bleibt, wo er die Maschine verläßt, sondern aufprallt und an eine andere Stelle springt.

Es ist auch versucht worden, die Reihenfolge der ausgesäten Körner durch Messungen an den aufgehenden Pflanzen zu ermitteln, ein Weg; der mühevoll und wenig erfolgversprechend ist und von der Anlegung des Versuches bis zu dessen Auswertung viel Zeit erfordert.

Es ist deshalb vorzuziehen, so unzuverlässige Größen, wie es der Boden und die Pflanzen nun einmal sind, überhaupt zu verbannen und zum Prüfstandversuch überzugehen. Hierbei bieten sich zwei Möglichkeiten: erstens der Leimstreifenversuch und zweitens die Beobachtung der fallenden Körner mittels Zeitlupe.

1. Die Versuchsanordnung für den Leimstreifenversuch.

Seit G. F i s c h e r im Jahre 1905 zur Bestimmung der Aussatgleichmäßigkeit den Leimstreifenversuch einführte, ist dieser ein unentbehrliches Hilfsmittel bei allen Drillmaschinenprüfungen geworden und es sind in jüngster Zeit immer wieder neue, zum Teil recht originelle Leimstreifenapparate gebaut worden.

Es soll im folgenden die Versuchsanordnung beschrieben werden, mittels welcher die späterhin angegebenen Leimstreifen gewonnen wurden.

Die Drillmaschine oder das Abdrehmodell wird auf dem Versuchsstand, der aus einer erhöhten Plattform besteht, feststehend aufgebaut. Unmittelbar unter den Scharen der Maschine bezw. unter dem Sägehäuse des Modells ist der Leimstreifenapparat (Bild 7 auf S.10) angeordnet. Derselbe besteht im wesentlichen aus einem in sich geschlossenen Tuchbande, das von einem Elektromotor mit 1 m/sec Geschwindigkeit bewegt wird. Auf das Tuchband ist ein Papierstreifen geheftet, der mit eingedickter Sulfitablauge von 30° Bé bestrichen wird. Sulfitablauge, von Professor K ü h n e für diese Zwecke vorgeschlagen, ist ein ausgezeichnetes Klebemittel, das in etwa 3 bis 5 Stunden, also bedeutend schneller als Fliegenleim erhärtet und das ein gutes Photographieren der Leimstreifen ermöglicht, weil sich die hellen Körner sehr deutlich von dem dunkelbraunen Klebstoff abheben.

Das Antriebsfahrrad der Maschine bezw. die Säwelle des Modells wird auf dem Versuchsstand motorisch angetrieben mit einer Drehzahl, welche ebenfalls einer Fahrgeschwindigkeit von 1 m/sec entspricht. Während die Drillmaschine das Saatgut dem motorisch bewegten Leimstreifen zuführt, wird der Leimstreifenapparat von Hand um einen festen Drehpunkt verschoben, so daß der Streifen gleichzeitig noch eine Seitenbewegung erfährt und sich der Aussaatweg auf dem Streifen als eine schraubengangförmige Umwicklung aufzeichnet. Bei einer Breite des Papierstreifens von 270 mm lassen sich bei einiger Uebung bequem vier solcher Gänge des Aussaatweges nebeneinander aufnehmen, ohne daß sich die Gänge gegenseitig stören. Das Tuchband weist eine Länge von 4360 mm auf, es können also etwa 17 m Aussaatstrecke bei einem Versuch aufgenommen werden. Um über die Zugehörigkeit der Körner keine Unklarheiten aufkommen zu lassen, ist es vorteilhaft, die einzelnen Gänge durch weiße Wollfäden voneinander zu trennen.

Um bei Versuchen an Drillmaschinen das Saatgut nach dem Verlassen des Drillschares auf dem kürzesten Wege dem Leimstreifen zuzuführen, wurden die Drillschare der untersuchten Maschine in folgender Weise verändert: Die Scharspitze wurde soweit weggeschnitten, daß die rückwärtige Kante der Schnittfläche eine Breite von 10 mm aufweist; ferner wurden die Seitenbleche des Schares mit starker Pappe soweit nach unten und nach rückwärts verschalt, daß dem Saatgut eine horizontale Austrittsöffnung von 10 bis 15 mm Breite und 100 mm Länge zur

Verfügung stand (Bild 7). Die Entfernung dieser Austrittsöffnung vom Leimstreifen betrug 25 mm und zwar ist dieser Abstand so reichlich gewählt worden, weil man mit Unebenheiten und kleinen vertikalen Schwankungen des unter dem Schar vorbeigeführten Leimstreifens zu rechnen hat und eine Berührung des Schares mit dem Streifen unbedingt vermieden werden muß.

Die Durchführung von Leimstreifenversuchen ist umständlich und reich an Fehlerquellen. Das Hantieren mit den leimbestrichenen langen Papierstreifen, die Wahl des richtigen Zeitpunktes für das Ausstreuen der Körner, wenn der Leim seine größte Klebkraft besitzt, schließlich die Ermittelung der genauen Lage der Körner, ehe noch der Streifen so spröde geworden ist, daß die Körner abspringen, alles das erfordert zur einwandfreien Durchführung eines Leimstreifenversuches manuelle Geschicklichkeit, Uebung und zuverlässiges Hilfspersonal.

2. Die Versuchsanordnung für die Zeitlupenaufnahme.

Den Nachteilen des Leimstreifenversuches gegenüber genügt bei Filmaufnahmen ein einziger Versuchsansteller, der den Sävorgang mit der Kamera aufnimmt und dann zu jeder ihm gelegenen Zeit mittels eines geeigneten Projektionsapparates die Tätigkeit der Säorgane und den Weg jedes einzelnen Kornes Bild für Bild von der Auslaufkante ab verfolgen kann. Dies ermöglicht die unmittelbare Beurteilung der Säorgane ohne die Beeinträchtigung der Ergebnisse, die durch den Einfluß der Saatleitung entstehen kann. Ferner besteht der Vorteil, daß die Filme haltbar sind und daher aufbewahrt werden können, während sich die Leimstreifen unter dem Einfluß von Luftfeuchtigkeit und Temperatur stark rollen, nach kurzer Zeit brüchig und rissig werden und die Körner verlieren.

Schon M e r t e n s hat auf die Möglichkeit hingewiesen, den Sävorgang mit der Filmkamera zu verfolgen, ohne daß jedoch derartige Versuche allgemein Eingang gefunden hätten.

Die geringe Verwendung des Filmes für diese Zwecke liegt wohl an dem Mangel einer geeigneten und genügend preiswerten Versuchsausstattung. Es soll deshalb eine solche beschrieben werden, wie sie im Landmaschinen-Institut Breslau als brauchbar befunden wurde.

Als Aufnahmeapparat diente eine einfache Liebhaber-Filmkamera[1] für Normalfilm, an der eine kleine Aenderung vorgenommen wurde.

Der Körnerstrom, der das Sägehäuse einer Drillmaschine verläßt, zieht sich mit wachsender Geschwindigkeit mehr und mehr auseinander, so daß auch bei starken Aussaatmengen nach einigen Zentimetern Fallweg die einzelnen Körner isoliert voneinander beobachtet werden können. Der Aufnahmeapparat hatte ursprüng-

1) Ernemann Kinette.

lich einen normalen Bildwechsel von 16 Bildern je sec und eine zugehörige Belichtungszeit von 1/64 sec. Ein Korn, das sich 10 cm unterhalb des Säorganes befindet, würde während dieser Belichtungszeit einen Weg von 2,3 cm zurücklegen und bis zur nächsten Aufnahme um 10,6 cm gefallen sein. Bei unverändert bleibender Kamera würden sich die Körner als senkrechte Striche abbilden, die sich teilweise überdecken, und es würde wegen des zu geringen Bildwechsels nicht möglich sein, die Identität eines Kornes auf zwei aufeinanderfolgenden Bildchen festzustellen. Deshalb mußte die Zahl der Bildwechsel erhöht und die Belichtungsdauer verkürzt werden.

Die Anzahl der Bilder läßt sich durch schnelleres Kurbeln bis auf 35 je sec steigern. Der Schlitz in der Verschlußscheibe, der die Belichtung freigibt, wurde durch aufgenietete Blechstreifen auf 40 v.H. seiner ursprünglichen Länge abgedeckt, wodurch eine Belichtungszeit von 1/500 sec erzielt wurde, bei welcher sich die Körner punktförmig und in kurzen Abständen mehrmals auf den Film bannen lassen.

Die kurze Belichtungszeit erfordert eine entsprechend gesteigerte Lichtstärke. Die Aufnahmen erfolgen daher stets bei größter Blende von 3,5 und kürzestem Objektabstand von 1 m unter Verwendung hochempfindlichen Filmes[1]. Bei Versuchen in heller Sonne konnte auf jede weitere Lichtquelle verzichtet werden; bei den Aufnahmen dagegen, die im Winter bei trübem Licht vorgenommen werden mußten, war es nötig, das aufzunehmende Säorgan aus nächster Nähe durch zwei Ständerlampen mit offen brennenden Effektkohlen[2] zu beleuchten. Die Seitenwände der mit je zwei Lichtbogen ausgestatteten Lampen sind auf Abb.8 (auf S.10) zu beiden Seiten des Sämodells zu erkennen. Abb.8 ist das Positiv eines aus dem Filmstreifen herausgeschnittenen Bildchens und zeigt das Abdrehmodell der Saxonia-Drillmaschine während des Säens. Das Saatleitungsrohr wurde entfernt und zwischen die Seitenwände des Sägehäuses eine Skala eingeschoben, auf der sich der jeweilige Standort der fallenden Körner ablesen läßt. Eine Glasscheibe deckt das Sägehäuse nach vorn ab und verhindert das Herausspritzen der Körner. Auf der aus schwarzem Papier gefertigten Skala sind mit weißer Tusche Querstriche gezogen, und zwar so, daß der Abstand zweier Striche einer Fallzeit von 1/100 sec entspricht. Es läßt sich also aus der Stellung eines Kornes auf der Skala sofort die zurückgelegte Fallzeit ablesen. Die obersten fünf Skalenstriche wurden weggeschnitten, um die freie Beweglichkeit der Bodenklappe nicht zu hindern.

Neben dem Säapparat wurde stets eine Stoppuhr mitaufgenommen, die der besseren Sichtbarkeit wegen mit weißen Zeigern und Ziffern und einem besonders

1) Perutz Fliegerfilm und Agfa Panchromatisch Spezial.
2) Traut-Maxima Ständerlampe für 10 Amp. mit zwei Lichtbogen.

großen schwarzen Zifferblatt ausgestattet ist. Der große Zeiger macht in drei Sekunden eine volle Umdrehung und die Zeit kann mit 1/100 sec Genauigkeit abgelesen werden.

Die Angaben der Stoppuhr dienen in erster Linie zur Ueberwachung, inwieweit die Belichtungszeiten in gleichen Abständen aufeinanderfolgen. Durch genügend gleichmäßiges Kurbeln läßt es sich erreichen, daß zwischen der Anzahl der gefilmten Bilder und der aufgenommenen Uhrzeit fast vollständige Verhältnisgleichheit besteht. In diesem Falle kann bei der Auswertung des Versuches an Stelle der Uhrzeit der stets gleichbleibende Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Belichtungen als Zeiteinheit gewählt werden. Dieser Zeitraum möge als „1 B i l d z e i t" bezeichnet werden.

Bei der Auswertung wird der entwickelte Negativfilm Bild für Bild mittels eines Stehfilm-Projektionsapparates vorgeführt und die Lage der Körner auf der Skala festgestellt. Der im Landmaschinen-Institut Breslau für diese Zwecke benutzte Projektionsapparat[1)] führt den Filmstreifen zwischen zwei Glasscheiben, die den Film auch bei längerem Stehen trotz starker Beleuchtung vor dem Warmwerden schützen.

Nunmehr ist in bezug auf einen beliebig zu wählenden Teilstrich der Skala für jedes Korn der Durchgangszeitpunkt zu bestimmen. Dieser wird zweckmäßig in Bildzeiten gemessen und ergibt sich aus der laufenden Nummer des betreffenden Filmbildchens, vermehrt oder vermindert um die Fallzeit zwischen dem Bezugs-Skalenstrich und dem Standorte des Kornes, je nachdem dasselbe noch vor dem Striche steht oder ihn schon überschritten hat.

Die Aufeinanderfolge der Durchgangszeitpunkte entspricht den Körnerabständen eines an der entsprechenden Stelle aufgenommenen Leimstreifens, und es kann daher zur rechnerischen Auswertung jedes Verfahrens angewendet werden, das auch bei Leimstreifenversuchen gebräuchlich ist.

---

1) "Filmosto C" mit Niederspannungslampe 30 V. 100 W.

C. Die Beurteilung der Gleichmäßigkeit einer Körnerfolge durch eine Wertziffer.

Es kann kein Zweifel darüber sein, daß sowohl in der Industrie wie im Landmaschinen-Prüfungswesen das Bedürfnis nach einer Leimstreifenbeurteilung besteht, die über die bloße graphische Darstellung der Körnerfolge hinausgeht und die Möglichkeit bietet, nicht nur bei Vergleichsprüfungen, sondern auch bei Einzelprüfungen ein zutreffendes Bild von der Gleichmäßigkeit der Aussaat, etwa durch Angabe einer Wertziffer zu gewinnen. Eine bekannte Drillmaschinenfirma hat nach der letzten DLG-Hauptprüfung von 1925 die Ergebnisse der Leimstreifenbeurteilung, welche nach mehreren nebeneinander laufenden Beurteilungspunkten erfolgt war, in Ermangelung eines besseren Verfahrens in einer selbst aufgestellten Koeffizientenbewertung wiedergegeben. Das gleiche Bedürfnis macht sich auch bei jeder Untersuchung der Aussaatgleichmäßigkeit geltend, wenn man dengewonnenen Versuchsergebnissen einen zahlenmäßigen Ausdruck geben will.

Die Richtschnur für die Güte einer Körnerfolge bildet letzten Endes der landwirtschaftliche Erfolg. Die Wertziffer müßte also in einer bestimmten Beziehung zu dem Ernteertrage stehen, der durch die betreffende Körnerfolge erzielt wird. Am vollkommensten wäre eine völlige Verhältnisgleichheit, etwa in der Weise, daß der doppelten Größe der Wertziffer auch ein doppelter Ertrag entspräche. Leider ist ein solcher Idealfall schon deshalb nicht zu erreichen, weil die pflanzenbaulichen Grundlagen hierfür fehlen.

Es bestehen weder bei den Pflanzenbauern noch bei den Drillmaschinenkonstrukteuren unanfechtbare Kenntnisse über den Einfluß der Körnerverteilung auf den Ertrag. Man ist sich nicht einmal darüber einig, welche Art von Körnerfolge als günstigste anzusehen ist.

Es wird heute zum Teil die Ansicht vertreten, daß die Gleichstandsaat zu den größten Erträgen führe und daß sich die Drillmaschine in der Richtung zur Einzelkornmaschine fortentwickeln müsse; andererseits gibt es unter den Landwirten auch entschiedene Verfechter der Horstsaat, ohne daß eine der beiden Meinungen sich auf allgemein anerkannte Feldversuche stützen könnte.

Neuere Forschungsarbeiten, vor allem die Dissertation J. C a e s a r s, haben erwiesen, daß bei genügender Dichtigkeit des Bestandes Höchsterträge erzielt werden, ohne daß dabei die Einzelpflanzen ihre Höchstleistung zu erreichen brauchen.

Nach Caesar ist die unregelmäßige Verteilung des Saatgutes, wie sie bei den üblichen Drillmaschinen erreicht wird, als ein Sicherheitsfaktor anzusehen,

den auszuschalten untunlich wäre:

> "Aehnlich wie bei dem Anbau von verschiedenen Sorten besteht im gedrillten Felde eine Sammlung von verschiedenen Saatstärken, die in sich die Möglichkeiten zur höchsten Ertragsentfaltung tragen. So würde ein Drillbestand im trockenen Jahre vielleicht durch die weiteren Stellen, im sonnigen Jahre durch die schattenspendenden u.s.f. günstiger gestellt sein, als ein gleichmäßig handgelegter."

Um eine Entscheidung zwischen der Gleichstandsaat und der Dibbelsaat herbeizuführen, sind vom Landmaschineninstitut Breslau zwei Feldversuche unter der Versuchsleitung von Diplomlandwirt K i n i t z durchgeführt worden.

Die Saatkörner wurden zum Teil in Gleichstandsaat und zum Teil in strenger Dibbelsaat, ferner in acht verschiedenlückigen Zwischenstufen, von der Gleichstandsaat ausgehend, in allmählicher Veränderung bis zur Horstsaat von Hand ausgelegt.

Das Ergebnis dieser Versuche, die an zwei verschiedenen Stellen durchgeführt wurden, bestätigt die Angaben Caesars. Weder die Gleichstandsaat noch die Horstsaat, sondern eine der weniger gleichmäßigen Zwischenstufen wiesen den Höchstertrag auf.

Immerhin wird es noch vieler Feldversuche bedürfen, um die Abhängigkeit des Ernteertrages vom Standraum vollständig zu überblicken. Mit Sicherheit kann man sagen, daß die günstigste Körneranordnung je nach den klimatischen Bedingungen, der Bodenart, der Düngung und vor allem auch der Pflanzensorte verschieden sein wird.

Solange die Beziehung zwischen der Aussaatgleichmäßigkeit und dem Ertrage nicht bekannt ist, wird man streng genommen auch nicht sagen können, welcher Körnerfolge eine bessere und welcher eine schlechtere Wertziffer zuzuschreiben ist, und man wird von einem Auswertungsverfahren nicht verlangen können, daß es eine Wertziffer liefert, die in einer bekannten Beziehung zum Ernteertrage steht.

Indessen kann jeder Landwirt auch ohne nähere Kenntnis der zahlenmäßigen Abhängigkeit zwischen Standraum und Ertrag sehr wohl eine gute Körnerverteilung von einer schlechten unterscheiden. Zweifellos stellen große Lücken in der Körnerfolge eine Schädigung des Ertrages dar; denn sie bedeuten einen Ausfall an bearbeitetem und gedüngtem Boden. Anhäufungen von Körnern sind gleichfalls unerwünscht, da bei ihnen das überflüssig ausgeworfene Saatgut zu beklagen ist und sich zwischen den Körnern ein schädigender Kampf um den Lebensraum entwickelt.

Für den Aufbau eines Wertzifferverfahrens ist es nötig, über die Größe des schädigenden Einflusses von Lücken und Häufungen irgend eine Annahme zu machen, die der jeweiligen pflanzenbaulichen Einsicht freien Raum läßt.

Zum Beispiel könnte das im Eingangskapitel beschriebene Abstandverfahren von F i s c h e r, welches sich damit begnügt, die Körnerabstände des Leimstreifens nach Größenklassen abzustufen und in v.H. der Gesamtkörnerzahl anzugeben, bis zur Gewinnung einer Wertziffer weiter ausgebaut werden, indem die Anzahl der Körnerabstände jeder einzelnen Größenklasse mit einem Multiplikator vervielfacht und aus den so erhaltenen Produkten die Summe gebildet wird.

Es ist schon früher darauf hingewiesen worden, daß beim Fischer'schen Abstandverfahren die großen Lücken sehr hohe Ziffern für die Körnerabstände liefern, die aus dem Beispiel von Tabelle 2 sogar bis zum 1040fachen des mittleren Abstandes hinaufgehen. Es ist deshalb angebracht, die Stufung der Körnerabstände so vorzunehmen, daß im Gebiet der großen Abstände auch die Abstufung gröber ist.

Eine geeignete fortschreitend gröber werdende Stufung gibt folgende Tabelle:

T a b e l l e 6.

0,0	bis	0,2	des	mittleren	Körnerabstandes
0,2	"	0,5	"	"	"
0,5	"	0,8	"	"	"
0,8	"	1,2	(1±0,2)	d.mittl.	Körnerabstand.
1,2	"	1,8	des	mittleren	Körnerabstandes
1,8	"	2,5	"	"	"
2,5	"	3,5	"	"	"
3,5	"	5,0	"	"	"
5,0	"	7,0	"	"	"
7,0	"	10,0	"	"	"
10,0	"	14,0	"	"	"
14,0	"	28,0	"	"	"
28,0	"	39,0	"	"	"

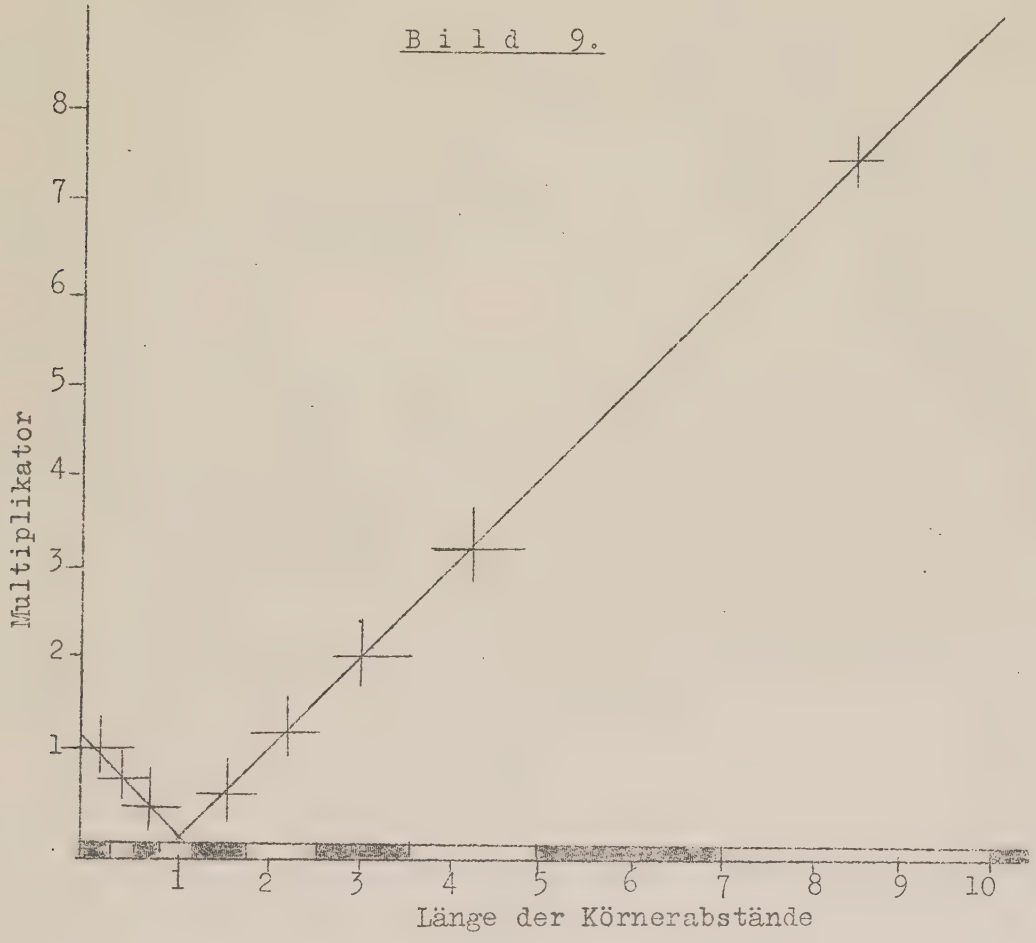
Würde man der Stufe, in welcher der mittlere Körnerabstand liegt, in naheliegender Weise z.B. den Multiplikator 100 zuteilen, dann müßte man, um den Bereich sämtlicher möglicher Wertziffern zwischen Null und Hundert zu legen, den anderen Stufen kleinere Multiplikatoren zuschreiben und zwar umso kleinere, je größer der Unterschied gegenüber dem mittleren Abstand ist. Die Multiplikatoren der großen Lücken würden dadurch klein und es träte der Uebelstand auf, daß die großen Lücken, welche die schlimmste Schädigung der Aussaat bedeuten, bei der Bildung der Wertziffer (Summe) nur wenig zur Geltung kommen.

Eine bessere Möglichkeit liegt darin, der Stufe des mittleren Abstandes den Multiplikator Null zuzuteilen und die Multiplikatoren der anderen Stufen mit steigendem Unterschiede vom mittleren Abstande größer werden zu lassen. Die vollkommene Gleichstandsaat (sämtliche Abstände in der Dichtestufe 0,8 bis 1,2) ergäbe in diesem Falle die Wertziffer Null. Je unregelmäßiger eine

Körnerfolge ist, umso größer wird damit die zugehörige Wertziffer.

Den zu jeder Stufe gehörenden Multiplikator könnte man auf folgende Art festsetzen. Die Länge der Körnerabstände ist auf der Abszissenachse angetragen und es werden von dem Abszissenpunkt des mittleren Abstandes nach rechts und nach links zwei Geraden gezogen, z.B. auf Bild 9 unter einem Winkel von 45°. Die Ordinate von einem Punkt der Abszissenachse bis zu einer dieser Geraden ergibt den zu der betreffenden Stufe gehörigen Multiplikator, wobei Ordinaten und Abszissen in demselben Maßstabe zu messen sind.

B i l d 9.



Es ergeben sich für die verschiedenen Stufen folgende Multiplikatoren:

Tabelle 7.

Stufe	Multiplikator
0 bis 0,2	1,0
0,2 " 0,5	0,6
0,5 " 0,8	0,3
0,8 " 1,2 (1 ± 0,2)	0,0
1,2 " 1,8	0,5
1,8 " 2,5	1,1
2,5 " 3,5	2,0
3,5 " 5,0	3,2
5,0 " 7,0	6,0
7,0 " 10,0	7,5
10,0 " 14,0	11,0
14,0 " 20,0	16,0
20,0 " 28,0	23,0
28,0 " 39,0	32,5

Durch die hier als Beispiel aufgeführte Erweiterung des Fischer'schen Abstandverfahrens werden natürlich dessen sonstige Nachteile, die zu seiner Ablehnung geführt haben, nicht berührt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß man sich damit begnügen muß, ein Verfahren zu schaffen, das einer besseren Körnerverteilung eine bessere Wertziffer zuschreibt als einer schlechteren. Jede Wertziffer hat also nur im Vergleich mit anderen Wertziffern ihren Sinn; ihr absoluter Wert ist ohne Bedeutung. Etwa in ähnlicher Weise, wie man nach der mineralogischen Härteskala z.B. dem Diamant die Härteziffer 10 zuschreibt, und dem Apatit die Härteziffer 5 und damit auskommt, ohne daß man etwa bei der Festsetzung der Härteskala wußte, daß der Körper mit der Härte 10 gerade doppelt so hart ist oder wieviel mal härter ist als der andere mit der Härte 5.

D. Das Raumdiagramm.

Bei der geschichtlichen Betrachtung der Leimstreifenverfahren lassen sich leicht zwei verschiedene Gruppen unterscheiden. Die Verfahren der ersten Gruppe gehen von den Körnerabständen, die genau von Mitte Korn zu Mitte Korn zu messen sind, als dem ursprünglich Gegebenem aus. Bei den Verfahren der zweiten Art ist es nicht nötig, die Körnerabstände zu bestimmen, sondern der Leimstreifen wird durch Anlegen eines entsprechend eingeteilten Lineals in Abschnitte unterteilt und die Anzahl der auf jedem Abschnitt liegenden Körner ausgezählt. Es wird dabei zweckmäßig sein, die Einteilung des Lineals so vorzunehmen, daß die Länge eines Abschnittes gleich dem mittleren Körnerabstande ist. Dadurch geht die den Verfahren der zweiten Art scheinbar anhaftende grö-

ßere Bequemlichkeit verloren und es erweist sich vorteilhafter, die Ermittlung der Körnerfolge nach den Verfahren der ersten Art, welche die größere Genauigkeit bieten, vorzunehmen. Im übrigen läßt sich zu jedem Verfahren der ersten Art in vollständig entsprechender Form ein Verfahren der zweiten Art nachbilden.

Die im ersten Kapitel besprochenen Auswertungsverfahren begehen alle grundsätzlich die Vernachlässigung, daß sie nicht zur Geltung bringen, in welcher Reihenfolge die Körnerabstände bezw. die Teilabschnitte mit bekannter Körnerbelegung aufeinander folgen. Für die Beurteilung eines Streifens ist es aber von einschneidender Bedeutung, auch die Anordnung der Körner hinsichtlich ihrer Lage innerhalb größerer Körnerfolgen zu berücksichtigen.

Auch auf anderen Gebieten des Wissens stellt sich die Aufgabe entgegen, eine unregelmäßige Verteilung von Einheiten übersichtlich darzustellen; beispielsweise auf dem Gebiete der Bevölkerungsstatistik, wenn es gilt, von der Bevölkerungsdichte eines Landes ein Bild zu gewinnen. Man geht in diesem Falle so vor, daß man zunächst die durchschnittliche Bevölkerungsdichte der einzelnen Gemeinden, dann die der Kreise, die der Provinzen und schließlich des ganzen Landes ermittelt, indem man die Zahl der Einwohner durch die zur Verfügung stehende Fläche dividiert.

Es könnte sich auch zweckmäßig erweisen, von dem Wohnspielraum auszugehen und die m^2 Fläche durch die Zahl der Einwohner zu dividieren.

Es soll versucht werden, in genau derselben Weise die Verteilung der Körner auf einem Leimstreifen darzustellen. Wir bilden zunächst den Begriff des Einheitsabstandes. Das ist der mittlere Körnerabstand, den man erhält, wenn man sich den Anfangspunkt des Streifens auf den Endpunkt gelegt denkt, so daß der Streifen eine in sich geschlossene Körnerfolge darstellt. Der Streifen hat dann ebensoviel Körnerabstände wie Körner, weil der Abstand zwischen dem letzten und dem ersten Korn über die zusammenliegenden Streifenenden gemessen, mit einzubegreifen ist. Infolgedessen ist die Summe aller Körnerabstände gleich der Gesamtlänge des Streifens, und der Einheitsabstand ist durch folgende Gleichung definiert:

$$\text{Einheitsabstand} = \frac{\text{Summe aller Körnerabstände der Aussaatstrecke}}{\text{Gesamtkörnerzahl.}}$$

In der Analogie zu dem erwähnten bevölkerungsstatistischen Beispiel entsprechen den einzelnen Gemeinden die einzelnen Körnerabstände; den größeren Flächenverbänden (Kreis, Provinz) entsprechen die jeweiligen Summen der Körnerabstände.

Entsprechend dem Begriff des Wohnspielraumes bilden wir den Begriff der Saatdichte. Wohnspielraum ist die Wohnfläche, die auf den Kopf der Bevölkerung

entfällt; d.h. der Quotient aus Wohnfläche und Summe der Einwohner. Saatdichte ist in entsprechender Weise der Quotient aus der Summe der Körnerabstände (gleich der Länge der betreffenden Leimstreifenstrecke) gemessen in Einheitsabständen und der Anzahl der Körnerabstände (gleich der Anzahl der Körner). Das Messen in Einheitsabständen ist erforderlich, um Leimstreifen verschiedener Aussaatmengen miteinander vergleichen zu können.

Es ergeben sich für die Saatdichte auf einer bestimmten Streifenstrecke folgende Definitionsgleichungen:

$$\text{Saatdichte} = \frac{\text{Summe der Körnerabstände (d.h. Länge der Strecke) in Einheitsabständen gemessen}}{\text{Körnerzahl der Strecke}}$$

$$= \frac{\text{Summe der Körnerabstände (d.h. Länge der Strecke) in mm}}{\text{Körnerzahl . Einheitsabstand}}$$

$$= \frac{\text{durchschnittlicher Körnerabstand der Strecke}}{\text{Einheitsabstand}}$$

Die Saatdichte gibt also an, das Wievielfache eines Einheitsabstandes der durchschnittliche Abstand auf der betreffenden Aussaatstrecke beträgt.

Wir fassen nun mehrere aufeinanderfolgende Körnerabstände (Gemeinden) zu einem Abstand zweiter Ordnung (Kreis) zusammen, fassen weiterhin mehrere aufeinanderfolgende Abstände zweiter Ordnung (Kreise) zu einem Abstand dritter Ordnung (Provinz) zusammen u.s.f., bis wir zu einem Abstand von höchster Ordnung gelangen, der die Gesamtlänge des Streifens umfaßt. Für die Abstände aller Ordnungen ermittelt man jeweils die Saatdichten und stellt innerhalb jeder Ordnung fest, wieviel Abstände auf die verschiedenen Saatdichten entfallen.

Die insgesamt festgestellten Ergebnisse können in einem räumlichen Diagramm dargestellt werden. In einem dreiachsigen Koordinatensystem sind auf der X-Achse die Saatdichten, auf der Y-Achse die Ordnungszahlen der Abstände vom Abstand erster bis zum Abstand höchster Ordnung abgetragen und auf der Z-Achse der Prozentanteil der Abstände angegeben, welche innerhalb der betreffenden Ordnung die auf der X-Achse angegebene Saatdichte aufweisen. Auf Bild 10 ist das Achsensystem eines derartigen Raumdiagramms wiedergegeben.

Wir bezeichnen die Zahl, welche angibt, wieviel Abstände niederer Ordnung zu einem Abstand der nächsthöheren Ordnung zusammenzufassen sind, als die Gruppenbildungszahl. Aus den bisherigen Erwägungen ergibt sich kein Grund, irgend einen Zahlenwert hierfür zu bevorzugen. Erst die praktische Auswertung tatsächlich gefahrener Leimstreifen wird einen Anhalt für die Wahl der Gruppenbildungszahl liefern.

Für die Gruppenbildungszahlen 2, 3 und 4 ist aus nachfolgender Tabelle zu entnehmen, aus wieviel Abständen sich ein Abschnitt höherer Ordnung zusam-

mengesetzt.

Tabelle 8.

	Gruppenbildungszahl		
	2	3	4
ein Abst. 1.Ordn. umfaßt	1 Körnerabst.	1 Körnerabst.	1 Körnerabst.
" " 2. " "	2 "	3 "	4 "
" " 3. " "	4 "	9 "	16 "
		usw.	

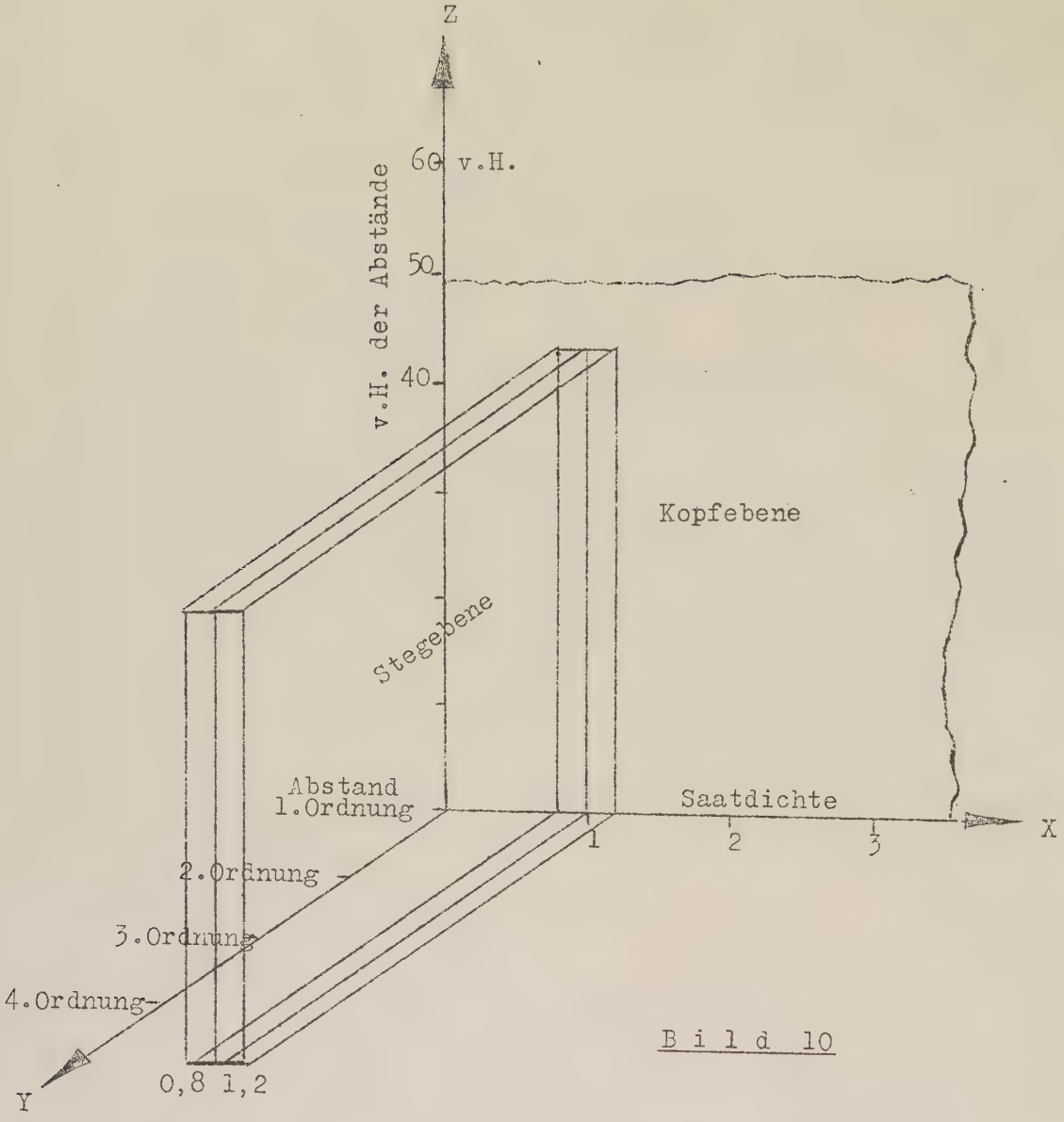
Um den in der Tabelle ausgedrückten Beziehungen einen allgemeinen mathematischen Ausdruck zu schaffen, soll die Gruppenbildungszahl mit g und die Ordnungszahl mit n bezeichnet werden. Dann kann man folgenden allgemeinen Satz formulieren: Jeder Abstand n.Ordnung umfaßt $g^{(n-1)}$ Abstände 1.Ordnung. Um die fortlaufende Einteilung der Aussaatstrecke in Abstände höherer Ordnung restlos durchführen zu können, ist es erforderlich, nur Aussaatstrekken zur Beurteilung heranzuziehen, deren Gesamtkörnerzahl eine ganzzahlige Potenz der Gruppenbildungszahl ist.

Die beschriebene Darstellung der Körnerverteilung durch ein räumliches Diagramm liefert ein vollständiges Bild über die Verteilung des Saatgutes über die Aussaatstrecke.

E. Grundriß einiger neuer Auswertungsverfahren.

Das Raumdiagramm bietet von der Aussaatgleichmäßigkeit der Körnerfolge ein Bild, das zwar vollständig ist, aber wegen seiner Unübersichtlichkeit für praktische Vergleiche nicht in Frage kommt. Es besteht nun die Aufgabe, aus dem Raumdiagramm eine einzige kennzeichnende Wertziffer herauszuarbeiten. Natürlich bedeutet die Rückführung des formenreichen Raumdiagramms auf eine einzige Zahlenangabe immer eine Vernachlässigung der vollen Mannigfaltigkeit der Körnerfolge. Diese Rückführung geschieht in der Weise, daß in das Raumdiagramm eine Schnittebene gelegt wird, die aus dem Diagrammgebirge eine Kurve herausschneidet, deren mittlere Ordinate die Wertziffer ist. Es kommt dabei nur darauf an, daß die Schnittebene so gelegt wird, daß sie eine kennzeichnende Wertkurve herausschneidet.

Bei einer näheren Betrachtung des Raumdiagramms findet man zwei Schnittebenen, welche eine besondere Anwartschaft darauf haben könnten. Die eine dieser Ebenen ist die XZ-Koordinatenebene, deren Wertkurve die Beziehung darstellt zwischen den der Größe nach abgestuften Körnerabständen und dem auf jede Größenklasse entfallenden Anteil der Gesamtzahl der Körnerabstände. Das



B i l d 10

ist aber die Beziehung, welche dem Fischer'schen Abstandverfahren zu Grunde liegt.

Wählt man also die XZ-Koordinatenebene als Schnittebene, dann gelangt man auf eben demselben Wege, wie es im Kapitel C als Ergänzung des Fischer'schen Abstandverfahrens beschrieben wurde, zu einer Wertziffer. Da die Koordinatenebene aus der formenreichen Raumfläche nur eine Begrenzungskurve herausschneidet, kommt dabei die Körnerverteilung in den übergeordneten Gruppen in keiner Weise zur Geltung und die Lage eines Kornes wird nur in Beziehung zu den unmittelbar benachbarten Körnern, nicht aber innerhalb größerer Körnerfolgen berücksichtigt.

Die zweite kennzeichnende Schnittebene liegt parallel zur YZ-Ebene und geht durch die Saatdichte Eins. Das herausgeschnittene Diagramm gibt für die Abstände aller Ordnungen den Hundertsatz derjenigen an, welche die Saatdichte

Eins aufweisen.

Je größer die Gleichmäßigkeit einer Körnerfolge ist, umso größer werden die Ordinaten des Wertdiagramms sein. Die mittlere Ordinate könnte demnach als Maßstab für die Aussaatgleichmäßigkeit und damit als Wertziffer angesehen werden.

In der Erkenntnis, daß die so herausgeschnittene Wertkurve stark von Zufälligkeiten in der Gestalt des Diagrammgebirges abhängig sein kann, greift man einen schmalen Bereich zu beiden Seiten der Schnittebene heraus und berücksichtigt damit gewissermaßen eine herausgeschnittene schmale Schicht, die auf Bild 10 gestrichelt angedeutet ist.

Im nächsten Kapitel wird eine zweckmäßige Wahl des Bereiches und der Gruppenbildungszahl getroffen werden. Wir müssen das Ergebnis dieser Untersuchung vorweg nehmen und feststellen, daß das Verfahren in seiner endgültigen Ausführung mit der Gruppenbildungszahl 2 und einem Bereich von 1 ± 0,2 arbeitet.

In einer früheren Veröffentlichung in der Technik in der Landwirtschaft, Jahrgang 1928, Seite 248 ist ein solches Verfahren als Standardverfahren bezeichnet worden, in der Meinung, daß es zu einer brauchbaren Leimstreifenbewertung führt. Dr.-Ing. L u t z , München, hat inzwischen den Nachweis geführt, daß das durchaus nicht der Fall zu sein braucht. Dann erscheint der Name Standardverfahren zu hochklingend und es sei für die Folge als „ S t e g v e r f a h r e n " bezeichnet.

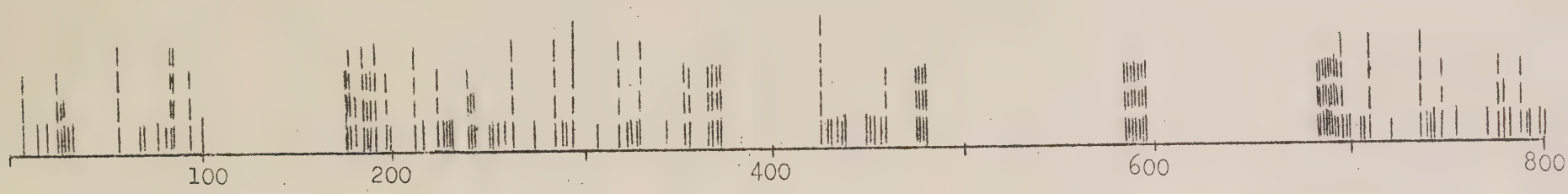
Die beiden vorbesprochenen Schnittebenen stehen senkrecht aufeinander, wie etwa der Kopfbalken und der Stegbalken eines T. Es möge deshalb die XZ-Koordinatenebene als "Kopfebene" und die Wertziffer des Fischer'schen Abstandverfahrens als "Kopfziffer" bezeichnet werden. Entsprechend soll die Ebene des Standardverfahrens den Namen "Stegebene" und die zugehörige Wertziffer den Namen "Stegziffer" erhalten.

Inwieweit sich die beiden beschriebenen Verfahren zur Auswertung eignen, möge an den drei auf Bild 11 wiedergegebenen äußerst verschiedenartigen Streifen I, II und III untersucht werden. Streifen I ist sehr ungleichmäßig in den niederen Ordnungen und gut in den höheren Ordnungen. Streifen II ist im ganzen von zufriedenstellender Gleichmäßigkeit und Streifen III ist gleichmäßig in den niederen Ordnungen, aber äußerst schlecht in den höheren. Streifen I und II stammen von Dr.-Ing. L u t z aus dem Institut für Landmaschinenkunde München.

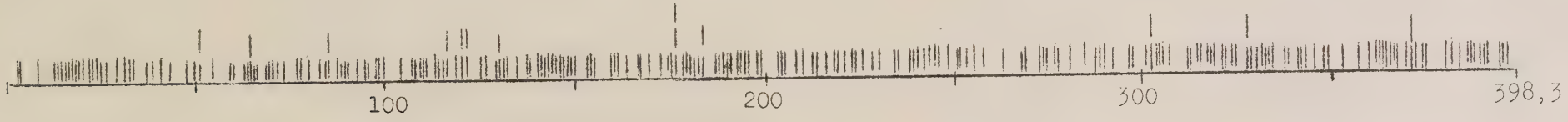
Nach dem Fischer'schen Abstandverfahren (Kopfverfahren) ausgewertet ergeben sich folgende Wertziffern:

Bild 11.

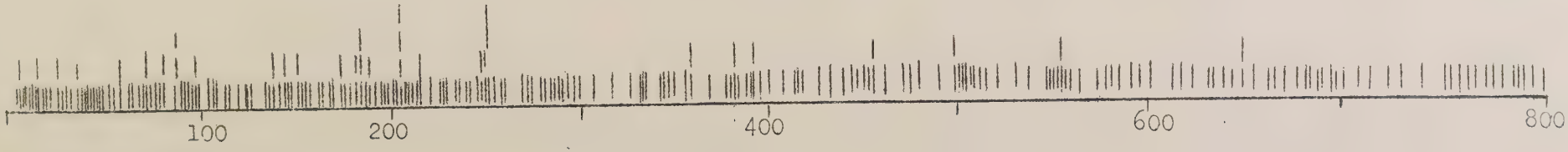
Streifen 1 Wertziffer $\frac{370.5}{51.6} = 7.17$



Streifen 2 Wertziffer $\frac{170.4}{59.8} = 2.85$



Streifen 3 Wertziffer $\frac{159}{33.2} = 4.79$



	Wertziffer
Streifen I	370,5
" II	170,4
" III	159,0

Das Ergebnis, besonders die günstige Wertziffer von Streifen III läßt erkennen, daß Gleichmäßigkeiten oder Ungleichmäßigkeiten, die erst in höheren Ordnungen auftreten, von der Wertziffer nicht erfaßt werden.

Die Auswertung nach dem Stegverfahren ergibt folgende Wertziffern:

	Wertziffer
Streifen I	51,65 v.H.
" II	59,82 v.H.
" III	33,20 v.H.

Das Ergebnis, insbesondere die günstige Wertziffer von Streifen I läßt erkennen, daß dieses Verfahren Aussaatungleichmäßigkeiten, die in den niederen Ordnungen auftreten, nicht zur Geltung bringt.

Die Mängel des Kopfverfahrens und des Stegverfahrens liegen offensichtlich auf verschiedenen Gebieten und es liegt daher nahe, beide Verfahren miteinander zu verbinden. Das dabei entstehende neue Verfahren, welches sowohl die Kopfebene wie auch die Stegebene zur Bildung der Wertziffer heranzieht, möge als T-Verfahren bezeichnet werden.

Man ermittelt die Kopfziffer und Stegziffer, wobei zu beachten ist, daß die Stegziffer entgegen der Kopfziffer mit der Aussaatgleichmäßigkeit wächst und man deshalb bei der Zusammenfassung beider den Kehrwert der Stegziffer nehmen muß.

$$\frac{\text{Kopfziffer}}{\text{Stegziffer}} = \text{Wertziffer des T-Verfahrens.}$$

Die drei Streifen ergeben nach dem T-Verfahren folgende Wertziffern:

			Wertziffer
Streifen I	$\frac{370,5}{51,65}$	=	7,17
Streifen II	$\frac{170,4}{59,82}$	=	2,849
Streifen III	$\frac{159,0}{33,20}$	=	4,789

Streifen I ergibt sich als der bei weitem schlechteste, Streifen II als der beste. Ein Blick auf die graphische Darstellung der drei Streifen auf Bild 11 überzeugt davon, daß eine solche Bewertung zweifellos auch mit der offensichtlichen Güte der Streifen Hand in Hand geht.

Im Anhang am Ende des Heftes ist die Auswertung eines nach dem T-Verfahren errechneten Leimstreifens beigefügt.

F. Die brauchbarste Stegziffer.

1. Die Ermittlung der Stegziffer.

Zur Ermittlung der Stegziffer ist es natürlich nicht erst nötig, das Raumdiagramm zu berechnen. Dieses ist in unsere Betrachtungen nur eingeführt worden, um die Bedeutung der Kopfziffer und der Stegziffer durch eine übersichtliche und allgemeine Herleitung klar hervortreten zu lassen. Im Falle einer tatsächlichen praktischen Ermittlung der Stegziffer beschreitet man folgenden Weg: Man stellt der Reihe nach die Körnerabstände des Leimstreifens fest und bildet durch Zusammenfassen gemäß Tabelle 8 (S.23) die Reihen der Abstände sämtlicher höheren Ordnungen. Dann wird in den Reihen jeder Ordnung der Prozentsatz der Glieder mit der Saatdichte Eins ermittelt. Die Ergebnisse werden in dem Stegdiagramm graphisch dargestellt in der Weise, daß die gewonnenen Prozentzahlen in einem ebenen rechtwinkligen Koordinatensystem als Ordinaten über den Ordnungszahlen der betreffenden Abstände aufgetragen werden. Die Endpunkte der Ordinaten werden durch gerade Linien verbunden. Die mittlere Ordinate des Diagramms wird rechnerisch bestimmt und ist die Stegziffer.

2. Der Bereich.

Es ist bisher auf einen wichtigen Punkt nicht näher eingegangen worden.

Die Vielgestaltigkeit des Raumdiagramms läßt befürchten, daß die Angabe der Abstände mit der Saatdichte Eins kein kennzeichnendes Bild ergibt, weil die Anzahl der zur Bewertung herangezogenen Abstände mit der Saatdichte Eins sehr gering sein kann, obwohl ein großer Teil von Abständen mit einer Saatdichte von beispielsweise 1,03 vorhanden ist, einer Saatdichte, die zwar auch eine gute Körnerverteilung darstellt, aber bei der Zählung nicht erfaßt wird, und daher die ungünstige Stegziffer nicht verbessern kann.

Man wird deshalb auch Abstände, deren Saatdichten in der Nähe von Eins liegen, zur Beurteilung heranziehen müssen. Es ist zu diesem Zwecke ein bestimmter Bereich um den Wert Eins der Saatdichte herum festzusetzen. Aus den bisherigen Erwägungen ergibt sich kein Anhalt für die Wahl dieses Bereiches; jedenfalls wird man ihn nicht sehr groß wählen dürfen, wenn man nicht die Genauigkeit des ganzen Verfahrens gefährden will. Es wird späterhin eine zweckmäßige Festsetzung des Bereiches getroffen werden.

Aus der Tabelle 9 ist zu entnehmen, welche Länge die Abstände jeder Ordnung haben dürfen, wenn sie innerhalb des Bereiches von 0,9 bis 1,1, von 0,8 bis 1,2 oder von 0,7 bis 1,3 des Einheitsabstandes liegen sollen. Die Tabelle ist nur für die Gruppenbildungszahl 2 ausgeführt worden; für andere Gruppenbildungszahlen ergeben sich Werte, die in entsprechender Weise leicht zu bilden sind.

Tabelle 9.

Gruppenbildungszahl Zwei

Länge der Abstände (in Einheitsabständen gemessen), die innerhalb des angegebenen Bereiches liegen:

Bereich	1 ± 0,0	1 ± 0,1	1 ± 0,2	1 ± 0,3
Abstand 1. Ordnung	1 Einheitsabstand	1 Einheitsabstand	1 Einheitsabstand	1 Einheitsabstand
2. "	2 Einheitsabstände	2 Einheitsabstände	2 Einheitsabstände	2 Einheitsabstände
3. "	4 "	4 "	4 "	3-5 "
4. "	8 "	8 "	7-9 "	6-10 "
5. "	16 "	15-17 "	13-19 "	12-20 "
6. "	32 "	29-35 "	26-38 "	23-41 "
7. "	64 "	58-70 "	52-76 "	45-83 "
8. "	128 "	116-140 "	103-153 "	90-166 "
9. "	256 "	231-281 "	205-307 "	180-332 "

Bei der praktischen Ermittlung der Stegziffer wird man sich für den jeweils errechneten Einheitsabstand und den gewünschten Bereich die Tabelle so herstellen, daß man die Grenze der zulässigen Abstände in mm angibt. Man ist dadurch sofort in der Lage, aus den in mm festgestellten Körnerabständen die in den Bereich fallenden herauszuzählen und den Prozentsatz derselben zu bestimmen.

3. Die Abhängigkeit der Stegziffer von der Lage des Streifenanfangspunktes.

Für die Bewertung einer Körnerfolge ist nur die Anordnung und die Gruppierung der Körner maßgebend. Es kommt nicht darauf an, welche Lage der Anfangspunkt oder Endpunkt des Streifens in der Körnerfolge inne haben; denn es ist durchaus nicht nötig, den natürlichen Anfangspunkt des Streifens auch zum Anfangspunkt der Auswertung zu nehmen; vielmehr kann man einen Streifen zum Zwekke seiner Bewertung als eine zyklisch in sich geschlossene Körnerfolge betrachten.

Ein brauchbares Auswertungsverfahren muß stets zu dem gleichen Ergebnis führen, gleichgültig von welchem Punkte aus die Auswertung begonnen wird. Es wäre also wünschenswert, daß zwischen der Lage des Auswertungsanfangspunktes und zwischen der Stegziffer überhaupt keine Abhängigkeit bestünde; andernfalls muß der Einfluß auf die Stegziffer auf ein belangloses Mindestmaß heruntergedrückt werden.

Wir beschränken unsere Betrachtungen vorläufig auf den Sonderfall, daß für einen Leimstreifen von beispielsweise 256 Körnern die Stegziffer nach der Gruppenbildungszahl Zwei ermittelt werden soll.

Wir bezeichnen die aufeinanderfolgenden Körnerabstände mit a_1, a_2, a_3 bis a_{256} und die aus diesen Gliedern bestehende Reihe erster Ordnung mit A. Wenn

man den Anfangspunkt der Auswertung der Reihe nach von Korn zu Korn durch alle Körner des Streifens verschiebt, so erhält man 256 Reihen erster Ordnung, die für die Bestimmung der Stegziffer aber als identisch anzusehen sind, da sie in ihren Gliedern übereinstimmen, und infolge dessen der Prozentsatz der Abstände, die in einen bestimmten Bereich fallen, wegen der Identität der Glieder bei allen diesen Reihen gleich sein muß.

Durch Zusammenfassen je zweier aufeinanderfolgender Körnerabstände gelangt man gemäß nachstehendem Schema zu Abständen zweiter Ordnung b_1, b_2, b_3 bis b_{128}. Die aus diesen Gliedern bestehende Reihe zweiter Ordnung bezeichnet man mit B_1.

a_1 a_2	$b_1 = a_1 + a_2$
a_3 a_4	$b_2 = a_3 + a_4$
a_5 a_6	$b_3 = a_5 + a_6$

In dem dargestellten Falle ist der natürliche Anfangspunkt des Streifens gleichzeitig der Anfangspunkt der Auswertung.

Verschiebt man nun den Anfangspunkt der Auswertung um ein Korn weiter, so erhält man die vollständig anderen Abstände zweiter Ordnung b_1', b_2', b_3' usw. Die aus den Gliedern b_1', b_2' usw. bestehende Reihe zweiter Ordnung bezeichnet man B_2.

a_1	
a_2 a_3	$b_1' = a_2 + a_3$
a_4 a_5	$b_2' = a_4 + a_5$
a_6	$b_3' = a_6 + a_1$

Wenn man den Anfangspunkt der Auswertung noch um ein Korn weiter verschiebt, so gelangt man zu einer Reihe zweiter Ordnung, deren Glieder die gleichen sind, wie in dem zuerst betrachteten Falle. Ebenso stimmt die beim vierten Korne begonnene Reihe zweiter Ordnung in ihren Gliedern überein mit der beim zweiten Korne begonnenen Reihe B_2. Alle weiteren Verlegungen des Anfangspunktes von Korn zu Korn führen immer wieder auf die Reihen B_1 und B_2 zurück. Eine weitere Möglichkeit der Zusammenfassung, die zu einer dritten, von B_1 und B_2 verschiedenen Reihe zweiter Ordnung führt, gibt es nicht.

Die gleichen Beziehungen, die hier für die Reihen erster und zweiter Ordnung aufgestellt wurden, kann man in gleicher Weise auch für die Reihen höherer Ordnung bestätigt finden, so daß ganz allgemein der Satz gilt: Für die Gruppenbildungszahl Zwei lassen sich aus jeder Reihe n.Ordnung nicht weniger und nicht mehr als zwei in ihren Gliedern voneinander verschiedene Reihen der nächst höheren Ordnung ableiten.

Bildet man also aus den 256 identischen Reihen A die 256 Reihen zweiter Ordnung, so werden diese nicht mehr sämtlich identisch sein, sondern es werden die beim 1., 3., 5. bis 255.Korne beginnenden Reihen unter sich identisch gleich B_1 sein und die beim 2., 4., 6. bis 256.Korne beginnenden Reihen unter sich identisch gleich B_2 sein.

Die 256 Reihen dritter Ordnung werden unter sich in vier Kategorien von Reihen C_1, C_2, C_3 und C_4 identisch sein, wobei zu jeder dieser vier in ihren Gliedern verschiedenen Reihen auch verschiedene Prozentzahlen der in den Bereich fallenden Glieder gehören.

Bei den Reihen vierter Ordnung wird es 8, bei den Reihen fünfter Ordnung 16 und bei den Reihen neunter Ordnung schließlich 256 Reihen geben, die in ihren Gliedern nicht identisch sind. Die Reihen neunter Ordnung machen allerdings eine Ausnahme, weil sie nur aus je einem Gliede bestehen, das die Gesamtlänge des Streifens umfaßt und bei allen 256 verschiedenen Zusammenfassungsmöglichkeiten stets den gleichen Prozentsatz von 100 v.H. der in den Bereich fallenden Glieder ergeben muß. Je nach den 256 verschiedenen Lagen des Anfangspunktes haben wir also die Möglichkeit, 128 verschiedene Stegziffern zu ermitteln. Diese 128 Stegziffern bilden unter sich durchaus gleichberechtigte Ergebnisse, die voneinander allerdings nicht allzu viel abweichen. Den Mittelwert aller dieser Stegziffern bezeichnen wir als die wahre Stegziffer.

Bei der praktischen Ermittlung der wahren Stegziffer ist es nicht nötig, sämtliche 128 verschiedenen Stegziffern einzeln auszurechnen, sondern man geht aus von den Reihe A und durch Verlegung des Anfangspunktes um jeweils nur einen Abstand der betreffenden Ordnung ermittelt man je zwei Reihen der nächst höheren Ordnung, bis man gemäß Bild 12 sämtliche verschiedenen Reihen aller Ordnungen gewonnen hat.

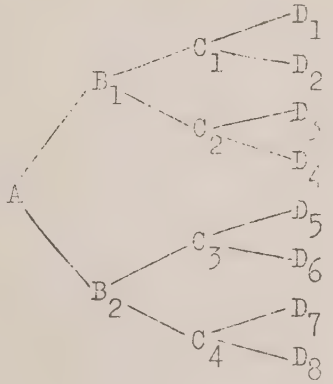


Bild 12.

Nun wird innerhalb der einzelnen Ordnungen der Prozentsatz der in den Bereich fallenden Glieder festgestellt. Der Durchschnittswert dieser Prozentzahlen ist die wahre Stegziffer.

Die bisherigen Erörterungen, die zunächst für den Sonderfall der Gruppenbildungszahl Zwei angestellt worden sind, lassen sich für jede Gruppenbildungszahl verallgemeinern.

Wenn man eine zyklisch in sich geschlossene Reihe von Körnerabständen in aufeinanderfolgende Gruppen von je n Abständen aufteilt, und den Anfangspunkt der Zusammenfassung von Abstand zu Abstand verschiebt, so wird sich nach einer Verschiebung um n Abstände die gleiche Gruppierung wiederholen. Es wird also in jeder Ordnung soviel voneinander gänzlich verschiedene Reihen geben, als ein Glied der betreffenden Ordnung Abstände umfaßt. Die Reihen höchster Ordnung umfassen sämtliche Körnerabstände; es würden also ebensoviel verschiedene Reihen höchster Ordnung möglich sein, wie es Körnerabstände bezw. Körner auf dem Streifen gibt. Demnach wäre es möglich, ebensoviel verschiedene Stegziffern zu bilden, wie der Streifen Körner besitzt. Nun machen aber die Reihen höchster Ordnung die Ausnahme, daß sie nur aus je einem Gliede bestehen, das bei allen Reihen das gleiche, nämlich die Gesamtstreifenlänge ist. Infolgedessen beträgt die Zahl der verschiedenen Stegziffern bei der Gruppenbildungszahl g nur den g.Teil der Körnerzahl des Streifens. Es lassen sich also soviel verschiedene Stegziffern bilden, wie der Quotient aus Körnerzahl und Gruppenbildungszahl angibt. Der Mittelwert aller dieser verschiedenen Stegziffern wird natürlich auch in diesem allgemeinen Falle als die wahre Stegziffer bezeichnet und kann als die mittlere Ordinate eines Diagramms gedeutet werden.

4. Die Beziehungen zwischen Stegziffer, Gruppenbildungszahl und Bereich an vier Leimstreifen aufgewiesen.

Bei der Ermittlung der Stegziffer treten zwei konstante Zahlenwerte auf, für die eine geeignete Wahl nur auf Grund praktischer Auswertungsrechnungen zu treffen ist. Diese beiden Zahlenwerte, deren Bedeutung in den vorangehenden Kapiteln klargestellt worden ist, sind erstens die Gruppenbildungszahl und zweitens der Bereich.

Die zweckmäßigste Wahl dieser Größen läßt sich nicht auf Grund theoretischer Erwägungen treffen. Wir gehen daher den empirischen Weg. Für einige Leimstreifen, die wir an vorhandenen Drillmaschinen oder Abdrehmodellen derselben gewonnen haben, ermitteln wir die Stegziffern unter verschiedener Annahme der Konstanten und ersehen daraus den zahlenmäßigen Einfluß der Gruppenbildungszahl und des Bereiches auf die Stegziffer.

Für die Gruppenbildungszahl sollen die Werte 2, 3 und 4 und für den Be-

reich die Werte 1; 1 ± 0,1; 1 ± 0,2 und 1 ± 0,3 in nähere Erwägung gezogen werden. Auf diese Weise erhält man durch Kombination zwölf verschiedene Möglichkeiten, die Stegziffer zu bilden. Die brauchbarste dieser Möglichkeiten soll gefunden werden.

Als Grundlage für die weitere Untersuchung sind vier Leimstreifen gewählt worden, die als Streifen 1, 2, 3 und 4 bezeichnet werden sollen. Streifen 1 bis 3 sind an dem Abdrehmodell einer Schubradmaschine und Streifen 4 an dem einer Löffelradmaschine gewonnen worden.

An früherer Stelle ist zu Gunsten einer übersichtlichen Ermittlung der Stegziffer gefordert worden, daß die Körnerzahl eines Streifens eine ganzzahlige Potenz der Gruppenbildungszahl sei. Da in unserem Falle jeder Streifen der Reihe nach mit der Gruppenbildungszahl 2, 3 und 4 ausgewertet werden soll, die Körnerzahl aber nicht eine ganzzahlige Potenz sowohl von 2, 3 und 4 sein kann, muß man, um obiger Forderung zu genügen, beim Uebergang zu einem anderen Werte der Gruppenbildungszahl auch die Körnerzahl und damit die Streifenlänge verändern. Für die Gruppenbildungszahlen 2 und 4 wurde die Körnerzahl 256 (gleich 2^8 gleich 4^4) und für die Gruppenbildungszahl 3 wurde die Körnerzahl 243 (gleich 3^5) gewählt, weil sich die Potenzreihen der Grundzahlen 2, 3 und 4 bei den Werten 256 und 243 am stärksten nähern und man auf diese Weise den gewünschten Verhältnissen am nächsten kommt. Die Länge der jeweils herangezogenen Streifenstücke sowie deren Körnerzahlen und die Länge der Einheitsabstände sind aus den Tabellen 10 und 11 zu entnehmen.

Tabelle 10. Gruppenbildungszahl 2 und 4.

	Streifen 1	Streifen 2	Streifen 3	Streifen 4
Einheitsabstand in mm	30,0	26,4	25,7	31,6
Länge des ausgewerteten Streifenteiles in m	7,680	6,758	6,579	8,089
Körnerzahl des ausgewerteten Streifenteiles	256	256	256	256

Tabelle 11. Gruppenbildungszahl 3.

	Streifen 1	Streifen 2	Streifen 3	Streifen 4
Einheitsabstand in mm	-	-	25,83	31,4
Länge des ausgewerteten Streifenteiles in m	-	-	6,275	7,630
Körnerzahl des ausgewerteten Streifenteiles	-	-	243	243

Es muß betont werden, daß die vier Streifen nicht dazu dienen sollen, ein vergleichendes Urteil über die Güte der beiden verwendeten Sämechanismen zu fällen, sondern daß sie lediglich als Körneranordnungen aufzufassen sind, die uns dazu dienen sollen, die Stegziffern auf verschiedenen Wegen zu bilden.

Die wahren Stegziffern wurden mit den Gruppenbildungszahlen 2, 3 und 4 und den Bereichen 1 ± 0,0; 1 ± 0,1; 1 ± 0,2 und 1 ± 0,3 gebildet und sind in den Tabellen 12 bis 14 zusammengestellt.

Dabei zeigte es sich, daß es im allgemeinen nicht möglich ist, den Bereich 1 ± 0,0 zu verwenden, oder mit anderen Worten ohne Bereich auszukommen. Die Länge des Einheitsabschnittes ist gewöhnlich keine in ganzen Millimetern ausdrückbare Zahl, nur der Streifen 1 mit genau 30 mm macht eine zufällige Ausnahme. Dagegen wird man die Körnerabstände kaum genauer als in ganzen Millimetern angeben können, so daß kein einziger genau mit dem Einheitsabstand übereinstimmt. Beispielsweise beträgt bei Streifen 4 der Einheitsabstand 31,6 mm. Keiner der in ganzen Millimetern angegebenen Körnerabstände stimmt damit überein; erst wenn man einen Bereich von 1 ± 0,02 zuläßt, fallen die Körnerabstände von 31 mm und 32 mm in diesen Bereich und können bei der Ermittlung der Stegziffer verwendet werden. Es wurden aus diesem Grunde anstelle des Bereiches 1 ± 0,0 die naheliegenden Bereiche 1 ± 0,02; 1 ± 0,03 und 1 ± 0,035 verwendet.

Die Stegdiagramme, welche zu den Stegziffern der Tabellen 12 bis 14 gehören, sind in den Tabellen 15 bis 17 zahlenmäßig wiedergegeben. In den Tabellen sind gemäß der früheren Bezeichnungsweise die Reihen 1.Ordnung mit A usw. bezeichnet und es sind auch für die Reihen jeder Ordnung die Prozentzahlen der Gruppen angegeben, die innerhalb der gewählten Bereiche liegen.

Die Beziehungen, die in den Tabellen 12 bis 17 enthalten sind, sollen im einzelnen diskutiert werden.

T a b e l l e 12.

Gruppenbildungszahl 2.

	Streifen 1	Streifen 2	Streifen 3	Streifen 4
Bereich	1 ± 0,0	1 ± 0,03	1 ± 0,03	1 ± 0,02
wahre Stegziffer	11,5	28,0	16,7	23,2
Bereich	1 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1
wahre Stegziffer	42,6	46,0	34,1	47,6
Bereich	1 ± 0,2	1 ± 0,2	1 ± 0,2	1 ± 0,2
wahre Stegziffer	58,5	59,7	53,2	59,2
Bereich	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3
wahre Stegziffer	67,2	68,2	63,0	68,7

T a b e l l e 13.

Gruppenbildungszahl 3.

	Streifen 3	Streifen 4
Bereich	1 ± 0,035	1 ± 0,02
wahre Stegziffer	22,7	25,6
Bereich	1 ± 0,1	1 ± 0,1
wahre Stegziffer	34,6	47,0
Bereich	1 ± 0,2	1 ± 0,2
wahre Stegziffer	52,9	58,8
Bereich	1 ± 0,3	1 ± 0,3
wahre Stegziffer	61,9	67,8

T a b e l l e 14.

Gruppenbildungszahl 4.

	Streifen 1	Streifen 2	Streifen 3	Streifen 4
Bereich	1 ± 0,0	1 ± 0,03	1 ± 0,03	1 ± 0,02
wahre Stegziffer	20,4	29,8	26,2	26,4
Bereich	1 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1
wahre Stegziffer	42,3	46,9	37,5	48,3
Bereich	1 ± 0,2	1 ± 0,2	1 ± 0,2	1 ± 0,2
wahre Stegziffer	57,0	59,3	49,8	57,9
Bereich	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3
wahre Stegziffer	65,2	67,7	62,4	66,5

T a b e l l e 15.

Gruppenbildungszahl 2.

	Prozent der Gruppen im Bereich	A	B	C	D	E	F	G	H	J
Streifen 1	1 ± 0,0	0,78	1,17	0,78	0,39	0,39	0,39	0	0	100
	1 ± 0,1	5,5	14,1	12,9	27,0	36,3	46,1	56,6	85,16	100
	1 ± 0,2	10,9	17,5	21,1	41,8	62,1	80,5	91,0	100	100
	1 ± 0,3	18,7	29,3	34,8	57,0	73,8	93,0	98,4	100	100
Streifen 2	1 ± 0,03	2,34	2,34	2,34	3,52	12,89	23,05	31,6	74,2	100
	1 ± 0,1	4,68	7,4	16,0	14,4	35,9	57,4	77,7	100	100
	1 ± 0,2	8,2	15,6	25,0	32,0	63,3	92,6	100	100	100
	1 ± 0,3	19,1	25,4	37,5	50,0	82,0	99,6	100	100	100
Streifen 3	1 ± 0,03	2,7	1,9	1,6	3,1	9,8	8,2	16,8	6,2	100
	1 ± 0,1	8,2	6,6	9,0	13,7	24,2	23,4	46,0	75,8	100
	1 ± 0,2	14,8	12,1	19,5	32,8	47,7	65,2	86,7	100	100
	1 ± 0,3	21,5	22,3	26,2	45,7	64,4	87,2	100	100	100
Streifen 4	1 ± 0,02	1,95	1,56	1,95	4,3	8,2	14,0	19,9	57,4	100
	1 ± 0,1	6,25	6,25	12,1	24,2	34,8	56,6	88,3	100	100
	1 ± 0,2	9,37	14,4	23,8	40,2	56,2	88,3	100	100	100
	1 - 0,3	18,7	27,3	35,9	58,6	77,7	100	100	100	100

Tabelle 16.

Gruppenbildungszahl 3.

	Prozent der Gruppen im Bereich	A	B	C	D	E	F
Streifen 3	1 ± 0,035	2,06	1,65	4,94	11,5	16,05	100
	1 ± 0,1	7,82	5,35	16,9	28,8	48,6	100
	1 ± 0,2	14,8	11,9	36,2	62,2	92,2	100
	1 - 0,3	18,1	21,4	49,0	82,6	100	100
Streifen 4	1 ± 0,02	2,06	2,88	1,23	9,87	37,4	100
	1 ± 0,1	6,59	7,41	17,7	51,5	98,7	100
	1 ± 0,2	9,87	22,2	42,4	78,2	100	100
	1 ± 0,3	21,0	30,0	61,8	94,2	100	100

Tabelle 17.

Gruppenbildungszahl 4.

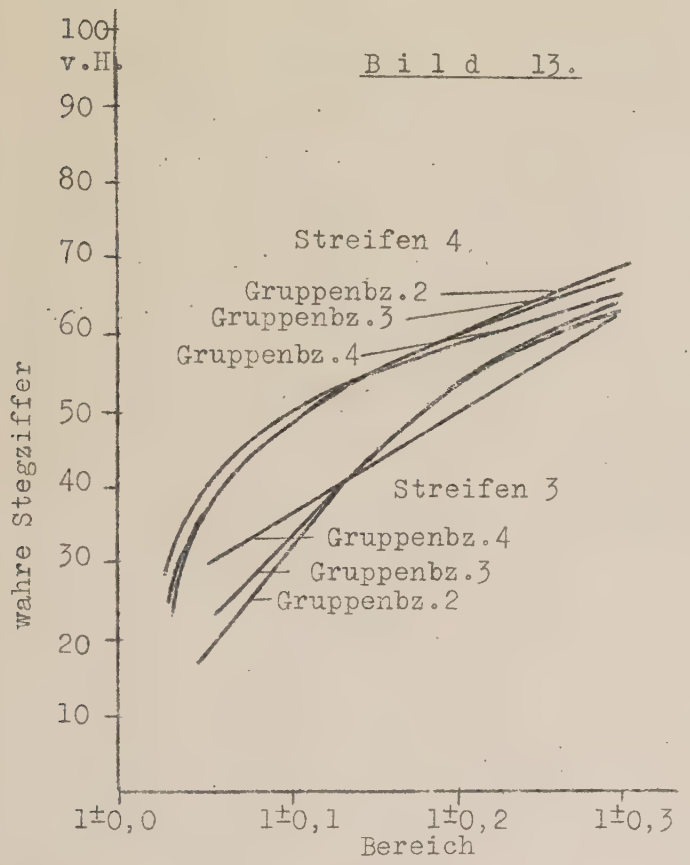
	Prozent der Gruppen im Bereich	A	B	C	D	E
Streifen 1	1 ± 0,0	0,78	0,78	0,39	0,0	100
	1 ± 0,1	5,5	12,9	36,3	56,6	100
	1 ± 0,2	10,9	21,1	62,1	91,0	100
	1 ± 0,3	18,7	34,8	73,8	98,4	100
Streifen 2	1 ± 0,03	2,34	2,34	12,89	31,6	100
	1 ± 0,1	4,68	16,0	35,9	77,7	100
	1 ± 0,2	8,2	25,0	63,3	100	100
	1 ± 0,3	19,1	37,5	82,0	100	100
Streifen 3	1 ± 0,03	2,7	1,6	9,8	16,8	100
	1 ± 0,1	8,2	9,0	24,2	46,0	100
	1 ± 0,2	14,8	19,5	47,7	86,7	100
	1 ± 0,3	21,5	26,2	64,4	100	100
Streifen 4	1 ± 0,02	1,95	1,95	8,2	19,9	100
	1 ± 0,1	6,25	12,1	34,8	88,3	100
	1 ± 0,2	9,37	23,8	56,2	100	100
	1 ± 0,3	18,7	35,9	77,7	100	100

Zeichnet man für einen der Streifen bei einer beliebigen Gruppenbildungszahl die Wertdiagramme für verschiedene Bereiche auf, so liegt jede Kurve eines größeren Bereiches höher als die eines engeren Bereiches, da der größere Bereich eine größere Prozentzahl von Gruppen umfaßt. Damit ist auch die Stegziffer des größeren Bereiches eine höhere.

Ferner läßt sich aus den Tabellen entnehmen, daß bei jedem der Streifen für einen beliebigen Bereich die Stegziffer durch die Gruppenbildungszahl fast gar nicht beeinflußt wird. Die geringen Schwankungen lassen keinen einheitlichen Einfluß erkennen, und sind zum Teil auch darauf zurückzuführen, daß für die Gruppenbildungszahl 3 ein etwas anderes Stück des Leimstreifens zu Grunde liegt, als für die anderen Gruppenbildungszahlen. Als Ergebnis buchen wir folgenden Erfahrungssatz: Die Größe der Stegziffer ist nur wenig ab-

hängig von der Gruppenbildungszahl, steigt dagegen erheblich mit der Vergrößerung des Bereiches.

Falls man für mehrere Leimstreifen die Stegziffern nach verschiedenen Möglichkeiten ermittelt, müßten all diese Stegziffern die gleiche Reihenfolge für die betreffenden Streifen ergeben, wenn sie für ein Auswertungsverfahren brauchbar sein sollen. Wenn man z.B. die wahren Stegziffern der Streifen 3 und 4 für verschiedene Gruppenbildungszahlen in Abhängigkeit des Bereiches untersucht, wie dies auf Bild 13 graphisch geschehen ist, dann zeigt sich für die Gruppenbildungszahlen 2 und 3 eine weitgehende Uebereinstimmung, während sich die Kurven der Gruppenbildungszahl 4 nur in loser Verbindung um die beiden anderen schlingen.



B i l d 13.

Das ist um so bemerkenswerter, als die Bildung der Stegziffer nach den Gruppenbildungszahlen 2 und 4 sehr vieles gemeinsam hat. Die Reihen 1.Ordnung stimmen in beiden Fällen überein. Ferner stimmen die Reihen der 2.Ordnung der Gruppenbildungszahl 4 überein mit den Reihen 3.Ordnung der Gruppenbildungszahl 2, da in beiden Fällen jedes Glied dieser Reihen vier Abstände 1.Ordnung umfaßt. Entsprechend stimmen auch die Reihen 3., 4., 5. usw. Ordnung der Gruppenbildungszahl 4 überein mit den Reihen 5., 7., 9. usw.Ordnung der Gruppenbildungszahl 2, so daß den beiden Ermittlungen der allergrößte Teil der Auswertungsrechnung gemeinsam ist. Die Berechnung der Stegziffer nach der Gruppenbildungszahl 4 erfordert den gleichen Arbeitsaufwand, stellt aber insofern eine Vergröberung dar, daß zur Ermittlung der Wertziffer gegenüber der Ermittlung nach der Gruppenbildungszahl 2 nur die Reihen ungerader Ordnungszahl herangezogen werden. Diese Vergröberung erfährt ihren sichtbaren Ausdruck in dem abweichenden Verlauf der Kurven für die Gruppenbildungszahl 4 auf Bild 13. Die Gruppenbildungszahl 4 scheidet damit für unsere ferneren Betrachtungen aus.

5. Die Rechenarbeit, die zur Ermittlung der Stegziffer erforderlich ist. Die günstigste Gruppenbildungszahl.

Wir greifen zurück auf das Ableitungsschema von Bild 12, auf welchem dargestellt ist, wie man aus den Reihen niedriger Ordnungen die Reihen höherer Ordnungen entwickelt. Wenn man die wahre Stegziffer eines Leimstreifens ermitteln will, muß man sämtliche verschiedene Reihen sämtlicher Ordnungen, also alle Reihen des Ableitungsschemas errechnen. Das würde aber für praktische Drillmaschinenprüfungen eine unerträgliche Belastung mit Rechenarbeit bedeuten.

Nun ist früher die Rede gewesen von Stegziffern, deren Ermittlung sich nur auf je eine Reihe jeder Ordnung stützt, also auf die Reihen A B_1 C_1 D_1 usw., und es ist nachgewiesen worden, daß es bei der Gruppenbildungszahl 2 für jeden Streifen halb soviel solcher Stegziffern gibt, als der Streifen Körner aufweist. Man erhält diese verschiedenen Stegziffern, wenn man den Anfangspunkt der Auswertung von Korn zu Korn durch den ganzen Streifen wandern läßt und jedesmal die Stegziffer bestimmt. Diese Rechnung ist für den Streifen 4 nach der Gruppenbildungszahl 2 und dem Bereich 1 ± 0,1 durchgeführt worden. Da der Streifen 256 Körner hat, würde das zu 128 verschiedenen Stegziffern führen. Nun fallen aber beim Streifen 4 zufällig schon in der vorletzten (8.) Ordnung sämtliche Glieder der Reihen in den Bereich, so daß man ausnahmsweise nur 64 verschiedene Stegziffern erhält. Auf Bild 14 sind auf

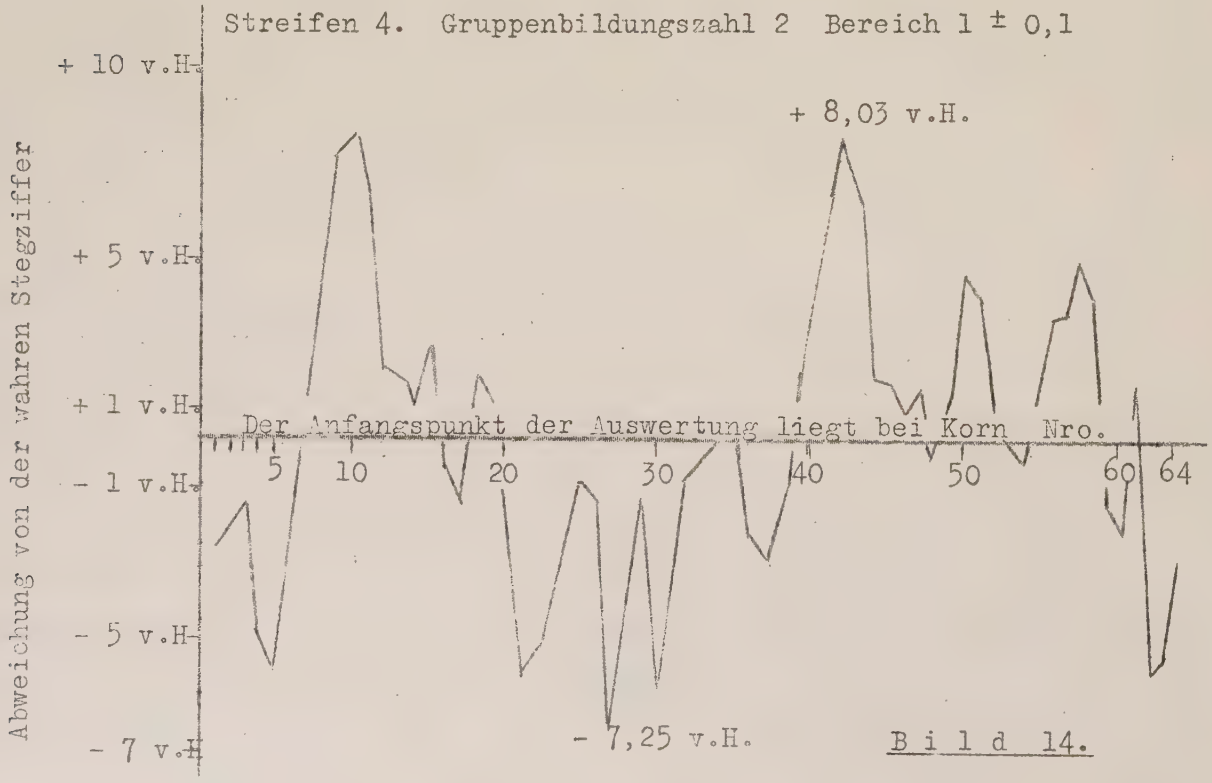


Bild 14.

der Abszissenachse die ersten 64 Körner des Streifens ihrer natürlichen Reihenfolge nach verzeichnet und über jedem Korn ist die Differenz zwischen der zugehörigen Stegziffer und der wahren Stegziffer als Ordinate aufgetragen. Wenn man den Anfangspunkt der Auswertung von Korn zu Korn weiter durch den Streifen wandern läßt, wiederholt sich die Kurve periodisch noch viermal.

Die wahre Stegziffer des Streifens beträgt 47,6 v.H. und die äußersten Werte der einzelnen Stegziffern sind 40,35 v.H. und 55,63 v.H. Der größte Fehler gegenüber der wahren Stegziffer beträgt also 8,03 v.H., so daß auch die Angabe einer dieser einzelnen Stegziffern, deren Errechnung ja bedeutend weniger Zeit in Anspruch nimmt, infolge der großen Ungenauigkeit nicht genügt.

Die wahre Stegziffer und die Stegziffern der eben beschriebenen Art stellen zwei Grenzfälle dar. Im ersteren Falle stützen wir uns auf sämtliche Reihen des Ableitungsschemas und erreichen mit sehr erheblichem Arbeitsaufwand eine hohe Genauigkeit. Im zweiten Falle ermitteln wir nur je eine Reihe jeder Ordnung und erkaufen die Ersparnis an Rechenarbeit durch große Ungenauigkeit. Nun gibt es zwischen diesen Grenzfällen noch Mittelwege. Wir wählen eine beliebige Anzahl von Reihen des Ableitungsschemas heraus und verfahren dann in gewohnter Weise, indem wir für alle Reihen der gleichen Ordnung den Prozentsatz der Abstände feststellen, die innerhalb des gewählten Bereiches liegen. Die Prozentzahlen werden in Abhängigkeit zu den Ordnungszahlen der Reihen in einem Diagramm aufgetragen, dessen mittlere Ordinate auch in diesem allgemeinen Falle Stegziffer heißen soll.

Je größer die Zahl der Reihen ist, die zur Ermittlung herangezogen werden, umso geringer werden die Abweichungen gegenüber der wahren Stegziffer sein, aber umso größer ist die aufzuwendende Rechenarbeit.

Wir wollen die Beziehung zwischen Arbeitsaufwand und erzielter Genauigkeit näher untersuchen. Dabei führen wir zur kurzen Bezeichnung einzelner Teile des Ableitungsschemas ein neues Zeichen ein.

Der Ausdruck $A \Lessdot J$ soll sämtliche Reihen bedeuten, die sich aus der Reihe erster Ordnung (A) entwickeln lassen bis zu den Reihen neunter Ordnung (J). Das Zeichen $\Lessdot$ bezeichnet also alle Reihen, die sich aus derjenigen Reihe herleiten lassen, deren Buchstabe vor dem Zeichen steht. Der Buchstabe hinter dem Zeichen gibt an, bis zu welcher Ordnung die Entwicklung durchgeführt werden soll.

Der auf Bid 15 dargestellte Teil des Ableitungsschemas würde als $AB_1 \Lessdot J$ und der auf Bild 16 dargestellte Teil als $AB_2C_4 \Lessdot J$ abzukürzen sein.

$AB_1 \Longleftarrow J$

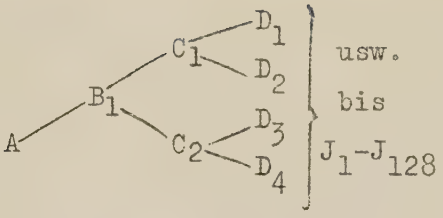


Bild 15

$AB_2C_4 \Longleftarrow J$

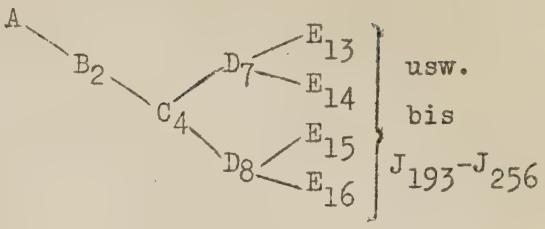


Bild 16

Für die Streifen 3 und 4 wurden die Stegziffern für den Bereich 1 ± 0,1 und die Gruppenbildungszahlen 2 und 3 unter Heranziehung verschieden großer Gebiete des Ableitungsschemas errechnet und in den Tafeln 18 und 19 zusammengestellt. Ferner sind in den Tafeln die aus beiden Streifen errechneten mittleren Abweichungen verzeichnet.

Tabelle 18.

Gruppenbildungszahl 2, Bereich 1 ± 0,1

Leimstreifen	Abweichung von der wahren Stegziffer in v.H.								
	AB ⟸ J			ABC ⟸ J			ABCD ⟸ J		
	mittlere	größte	kleinste	mittlere	größte	kleinste	mittlere	größte	kleinste
Streifen 3	0, 2 1 6			0,282	0,564	0,044	0,922	1,866	0,04
Streifen 4	0, 3 0 3			0,325	0,651	0,043	1,486	2,821	0,04
Summe aus den Streifen 3 u. 4	0,259	0,303	0,216	0,303	0,607	0,04	1,204	2,343	0,04

Tabelle 19.

Gruppenbildungszahl 3, Bereich 1 ± 0,1

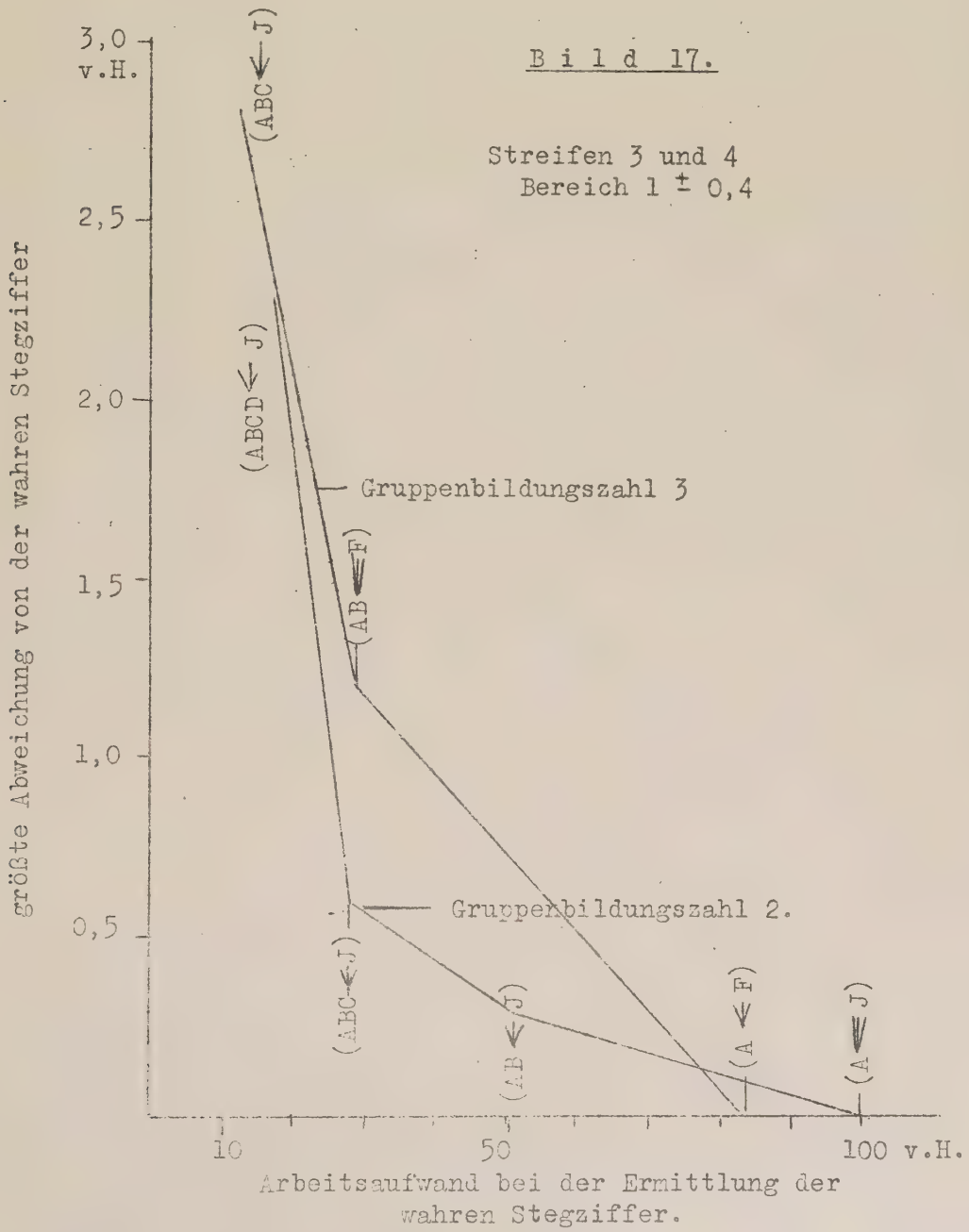
Leimstreifen	Abweichung von der wahren Stegziffer in v.H.					
	AB ⟸ F			ABC ⟸ F		
	mittlere	größte	kleinste	mittlere	größte	kleinste
Streifen 3	0,366	0,549	0,069	0,777	2,332	0,069
Streifen 4	1,235	1,852	0,823	1,601	3,498	0,412
Summe aus den Streifen 3 u. 4	0,800	1,200	0,446	1,189	2,915	0,241

Eine Durchführung des Vergleiches hinsichtlich der aufgewendeten Rechenarbeit stößt in Ermangelung einer geeigneten Maßeinheit auf Schwierigkeiten. Um nicht auf eine gefühlsmäßige Abschätzung angewiesen zu sein, soll die Menge der zur Auswertungsrechnung benötigten Papierfläche als ungefähres Maß des Arbeitsaufwandes dienen.

Die Rechenarbeit, welche nötig ist, die wahre Stegziffer mit der Gruppenbildungszahl 2 zu ermitteln, setzen wir als Einheit fest. Dann ergibt sich der Arbeitsaufwand bei den anderen Ermittlungen aus folgender Tabelle:

		Arbeitsaufwand zur Ermittlung der Stegziffer
Gruppenbildungszahl 2	A ⋘ J	100 v.H. (Einheit)
	AB ⋘ J	50 v.H.
	ABC ⋘ J	28 v.H.
	ABCD ⋘ J	18 v.H.
Gruppenbildungszahl 3	A ⋘ F	83 v.H.
	AB ⋘ F	29 v.H.
	ABC ⋘ F	13 v.H.

Auf Bild 17 sind die höchst auftretenden Abweichungen von der wahren Wertziffer in Abhängigkeit vom Arbeitsaufwand dargestellt.



Die Kurven zeigen, daß mit Ausnahme der Ermittlung der wahren Stegziffer der gleiche Arbeitsaufwand bei der Gruppenbildungszahl 2 zu geringeren Abweichungen von der wahren Stegziffer und damit zur größeren Genauigkeit führt. Hierdurch ist die Ueberlegenheit der Ermittlung der Stegziffer nach der Gruppenbildungszahl Zwei nachgewiesen.

6. Die Wahl des Ableitungsschemas und des Bereiches.

Die Betrachtungen an den Leimstreifen 1 bis 4 haben die Gruppenbildungszahl Zwei als die brauchbarste erwiesen. Nun ist noch die Wahl zu treffen über den zur Ermittlung der Stegziffer zweckmäßig heranzuziehenden Teil des Ableitungsschemas und über den Bereich.

Wenn man sich darauf beschränkt, die Stegziffer gemäß $AB_1C_1 \lessgtr J$ zu errechnen, so weicht dieselbe von der wahren Stegziffer im Mittel der vier Streifen nur um 0,629 v.H. ab und die größte, allerdings nur einmal in dieser Höhe bei Streifen 2 zu beobachtende Abweichung beträgt 2,214 v.H.

Berücksichtigt man, daß zur Beurteilung einer Maschine mehrere Leimstreifen herangezogen werden müssen, so sind Abweichungen von dieser Größenordnung immerhin tragbar. Allerdings erübrigt es sich dann, die Stegziffern bis auf Stellen hinterm Komma genau anzugeben, und es werden im folgenden alle auf diese Art ermittelten Stegziffern auf volle v.H. abgerundet werden.

In der Wahl des Bereiches hat man in genügend weiten Grenzen Bewegungsfreiheit. Mit Rücksicht auf die bei der Ermittlung der Kopfziffer auftretende Stufe von 0,8 bis 1,2 des Einheitsabstandes (siehe Tabelle 7) soll der Bereich zu $1 \pm 0,2$ festgesetzt werden.

Mit der Wahl der Gruppenbildungszahl, des Bereiches und des Ableitungsschemas sind nunmehr alle willkürlichen Rechnungsgrößen, die bei der Ermittlung der Stegziffer auftreten können, festgelegt worden.

G. Gebrauchsanweisung zur Auswertung einer Körnerfolge nach dem T-Verfahren.

Das T-Verfahren soll im folgenden noch einmal zusammenfassend beschrieben werden:

Jede Körnerfolge (Leimstreifen oder Filmstreifen) möge 256 Körner umfassen.

Zunächst wird der Einheitsabstand nach folgender Gleichung errechnet:

$$\text{Einheitsabstand} = \frac{\text{Streifenlänge}}{\text{Körnerzahl}}$$

Die Körnerabstände von Mitte Korn zu Mitte Korn werden festgestellt und der Größe nach in die auf Tabelle 6 angegebenen Stufen eingeteilt. Die Anzahl der in jede Stufe fallenden Körnerabstände wird mit dem zugehörigen Multiplikator (Tabelle 7) vervielfacht. Die Summe der so erhaltenen Produkte ist die Kopfziffer.

Die Stegziffer wird auf folgende Weise ermittelt:

Die Körnerabstände werden in einer Reihe (1.Ordnung) zusammengestellt. Je zwei aufeinanderfolgende Abstände 1.Ordnung faßt man zu einem Abstand 2.Ordnung zusammen und erhält so eine Reihe 2.Ordnung.

Je zwei aufeinanderfolgende Abstände 2.Ordnung ergeben einen Abstand 3.Ordnung. Von den Reihen 3.Ordnung leitet man nunmehr gleichzeitig zwei Reihen von Abständen 4.Ordnung ab, die man dadurch erhält, daß man das Zusammenfassen das eine Mal beim ersten Abstand 3.Ordnung und das andere Mal beim zweiten Abstand 3.Ordnung beginnt. Aus jeder dieser beiden Reihen 4.Ordnung gewinnt man zwei Reihen 5.Ordnung usw. bis man zu den Reihen 9.Ordnung gelangt.

Bezeichnen wir die Reihe 1.Ordnung mit A, die Reihe 2.Ordnung mit B usw., so ist auf Bild 18 das Ableitungsschema zusammengestellt.

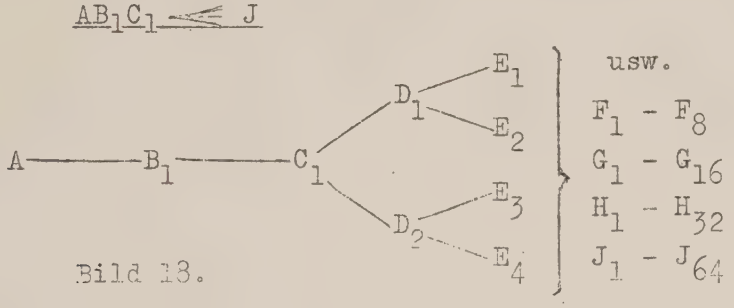


Bild 18.

Nunmehr ermittelt man den Bereich; derselbe umfaßt in jeder Ordnung das 0,8 bis 1,2fache einer Strecke, die soviel Einheitsabstände lang ist, als ein Abstand der betreffenden Ordnung Abstände 1.Ordnung enthält.

Innerhalb der Reihen jeder Ordnung wird der Hundertsatz derjenigen Abstände bestimmt, die innerhalb des Bereiches liegen. Die Prozentzahlen in einer graphischen Darstellung als Ordinaten in Abhängigkeit der Ordnungszahlen aufgezeichnet, ergeben das Stegdiagramm. Die mittlere Ordinate des Diagramms ist

die Stegziffer.

$$\frac{\text{Kopfziffer}}{\text{Stegziffer}} = \text{Wertziffer}$$

Im Anhang am Ende des Heftes ist die Auswertung eines Streifens nach dem T-Verfahren beigefügt.

H. Versuchsergebnisse.

1. Leimstreifen an drei Drillmaschinen verschiedener Systeme.

Zur Durchführung der Versuche wurden folgende drei Drillmaschinen ausgewählt:

1. Eine Wühlradmaschine der Firma Siedersleben-Bernburg, die im Jahre 1912 als Versuchsmaschine gebaut, aber nicht auf den Markt gebracht wurde. Die Säorgane sind gußeiserne Wühlräder, die das Saatgut durch Oeffnungen der hinteren Saatkastenwand befördern. Die Größe dieser Oeffnungen ist durch einen gemeinsamen Stellhebel regelbar. Die Saatleitungen sind als zweigliedrige Teleskopröhren ausgeführt.
2. Die Schubringmaschine Hallensis DHC der Firma Zimmermann-Halle mit 2 m Arbeitsbreite und 13 Reihen.
3. Die Schubradmaschine Obotrit der Firma Podeus in Wismar mit Einheitssärad und Stellwerk, 1,75 m Arbeitsbreite und 11 Reihen.

Die Schare der drei Maschinen wurden in derselben Weise verändert, wie das schon bei der Beschreibung der Versuchsanordnung angegeben worden ist. Sämtliche Versuche wurden mit Roggen von 782 g Litergewicht und 35 g Tausendkorngewicht durchgeführt.

Es wurden von der Wühlradmaschine 11 Streifen und von den beiden anderen Maschinen 10 Leimstreifen zu je 256 Körnern aufgenommen und ausgewertet. Der mittlere Körnerabstand betrug bei den Streifen der Wühlradmaschine im Durchschnitt 32,2 mm, bei den Streifen der Hallensis 33,0 mm und bei den Streifen der Obotrit im Durchschnitt 31,1 mm.

Sämtliche Leimstreifen der drei Maschinen wurden nach dem T-Verfahren ausgewertet und die Wertziffern ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 20 zusammengestellt.*)

*) Die Auswertung derselben 31 Leimstreifen nach einem Stegverfahren mit der Gruppenbildungszahl 2 und dem Bereich 1 ± 0,1 ist in Heft 11 der Technik in der Landwirtschaft, Jahrgang 1928, durchgeführt.

T a b e l l e 20.

Wertziffern des T-Verfahrens.

Leim-streifen	Wühlrad	Hallensis	Obotrit
1	$\frac{205,1}{51,5} = 3,97$	$\frac{188,6}{61,8} = 3,05$	$\frac{195,4}{58,7} = 3,33$
2	$\frac{197,6}{51,6} = 3,83$	$\frac{207,5}{53,6} = 3,87$	$\frac{216,0}{55,1} = 3,92$
3	$\frac{172,6}{61,4} = 2,82$	$\frac{205,8}{60,1} = 3,42$	$\frac{197,0}{57,7} = 3,42$
4	$\frac{208,9}{53,6} = 3,90$	$\frac{185,3}{61,6} = 3,01$	$\frac{213,0}{53,4} = 3,99$
5	$\frac{201,8}{53,6} = 3,76$	$\frac{192,0}{51,1} = 3,76$	$\frac{179,8}{57,7} = 3,12$
6	$\frac{191,3}{55,9} = 3,43$	$\frac{182,0}{55,7} = 3,27$	$\frac{197,0}{54,7} = 3,60$
7	$\frac{191,3}{58,8} = 3,26$	$\frac{173,7}{63,7} = 2,73$	$\frac{195,3}{58,9} = 3,32$
8	$\frac{182,8}{56,4} = 3,25$	$\frac{185,5}{60,9} = 3,05$	$\frac{186,7}{58,2} = 3,21$
9	$\frac{188,9}{62,7} = 3,01$	$\frac{186,9}{60,3} = 3,10$	$\frac{201,4}{55,5} = 3,64$
10	$\frac{186,3}{48,6} = 3,84$	$\frac{178,4}{61,9} = 2,89$	$\frac{201,7}{55,4} = 3,82$
11	$\frac{186,1}{55,7} = 3,34$	-	-
	Mittel 3,49	Mittel 3,21	Mittel 3,54

Die Wertziffern der einzelnen Streifen liegen in einem Streuungsbereich zwischen den Werten 2,73 und 3,99.

Die Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Wertziffern der einzelnen Maschinen mögen zum Teil auch dadurch verursacht sein, daß das Saatgut von Zeit zu Zeit in einem Zellenausleser gründlich gereinigt wurde.

Die Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Wertziffern der einzelnen Maschinen betragen nur 9,6 v.H. Dieser geringe Wert erweckt wegen des großen Streubereiches, den die Wertziffern der einzelnen Maschinen aufweisen, durchaus nicht den Eindruck, als ob er endgültig sei. Trotz des großen Umfanges der Versuche ist also bei diesen drei Maschinen verschiedener Systeme ein sicherer Unterschied in der Aussaatgleichmäßigkeit n i c h t festzustellen.

Aus den Versuchen läßt sich mit genügender Wahrscheinlichkeit der Schluß ziehen, daß die üblichen Drillmaschinensysteme hinsichtlich der Art, wie sie die Körner in der Reihe verteilen, starke Aehnlichkeiten aufweisen und daß Wertziffern unter 2,5 kaum zu erwarten sind.

Die Versuche zeigen ferner, daß es müßig ist, bei Drillmaschinenprüfungen auf Grund kurzer Leimstreifen ein Urteil zu fällen. Es dürfte indessen zur Beurteilung von Drillmaschinen üblicher Bauart nicht immer unbedingt erforderlich sein, Leimstreifenversuche anzustellen.

2. Zeitlupenversuche.

Nach der im Kapitel B angegebenen Versuchsanordnung wurden an einem Abdrehmodell der Saxonia-Drillmaschine der Firma Siedersleben in Bernburg drei Zeitlupenfilme 1a, 1b und 1c aufgenommen.

Es wurde das gleiche Saatgut wie für die Leimstreifenversuche verwendet. Als Bezugspunkt für den Körnerdurchgang wurde der 15. Skalenstrich gewählt, der von der Ueberfallkante der Bodenklappe 15/100 Sekunde Fallzeit gleich 11,02 cm entfernt ist. Auf Tabelle 21 sind die durchschnittlichen Körnerabstände der drei Filme in Sekunden angegeben und ferner die entsprechenden räumlichen Körnerabstände, die ein mit 1 m/sec Geschwindigkeit bewegter Leimstreifen bei der gleichen Körnerfolge aufweisen würde.

Tabelle 21.

(256 Körner je Film)

Bezeichnung des Films	1a	1b	1c	
durchschn. Körnerabstand sec	0,0225	0,0230	0,0218	im Mittel 0,0224 sec
" " mm	22,5	23,0	21,8	im Mittel 22,4 mm

Nach dem T-Verfahren wurde für jeden Filmstreifen die Wertziffer errechnet und in Tabelle 22 zusammengestellt.

Tabelle 22.

Wertziffern nach dem T-Verfahren.

	Film 1a	Film 1b	Film 1c
Saxonia	$\frac{197,3}{58,5} = 3,37$	$\frac{213,2}{49,9} = 4,27$	$\frac{216,2}{55,5} = 3,91$

Das Mittel aus den Wertziffern der drei Filme (3,85) liegt nahe dem Mittelwert aus den Wertziffern der 31 Leimstreifen des vorigen Kapitels (3,41); dagegen ist der Streuungsbereich der Filmwertziffern ein größerer.

Wenn man berücksichtigt, daß die Leimstreifen nicht unterhalb der Säorgane sondern am Auslauf der Drillschare aufgenommen worden sind, liegt auf Grund der Filmversuche die Annahme nahe, daß die Saatleitungsröhren auf die Aussaatgleichmäßigkeit einen günstigen Einfluß ausüben.

A n h a n g .

J. Beispiel der Auswertung eines Leimstreifens nach dem T-Verfahren.

Maschine: Schubringdrillmaschine Hallensis von Zimmermann A.G., Halle a.S.

Streifen: Leimstreifen 2

Gesamtstreifenlänge: 9401 mm

Einheitsabstand: 36,72 mm

Lage der Körner auf dem Streifen nach mm eingetragen:

Laufende Nummer des Korns	Entfernung vom Anfangspunkt des Streifens in mm	Körnerabstand in mm
1	11	55
2	66	29
3	95	102
4	197	45
5	242	9
6	251	7
7	258	21
8	279	41
9	320	
usw.	usw.	Die Reihe der Körnerabstände ist vollständig in Spalte A der nachfolgenden Blätter 1 bis 4 (auf S.III-VI) eingetragen

Ermittlung der Kopfziffer:

Saatdichte (abgestuft)	abgestufte Körnerabstände in mm	Anzahl der Körnerabstände in der betreffenden Stufe	Multiplikator	
0 bis 0,2	0 bis 7	52	1	52
0,2 " 0,5	8 " 18	64	0,6	38,4
0,5 " 0,8	19 " 29	34	0,3	10,2
0,8 " 1,2	30 " 44	39	0,0	0,0
1,2 " 1,8	45 " 66	36	0,5	18,0
1,8 " 2,5	67 " 91	9	1,1	9,9
2,5 " 3,5	92 " 128	9	2	18
3,5 " 5,0	129 " 183	5	3,2	16,0
5 " 7	184 " 257	6	5	30
7 " 10	258 " 367	2	7,5	15
		256 Gesamtzahl der Körnerabstände		207,5 Kopfziffer

Ermittlung der Stegziffer.

Gruppenbildungszahl 2.

Bereich: 1 ± 0,2

	mittlere Länge	Bereich in mm
Abstand 1.Ordnung (A)	36,72 mm	30 bis 44
" 2. " (B)	73,44 mm	59 " 88
" 3. " (C)	146,89 mm	118 " 176
" 4. " (D)	293,78 mm	235 " 352
" 5. " (E)	587,56 mm	470 " 705
" 6. " (F)	1175,12 mm	941 " 1410
" 7. " (G)	2350,25 mm	1881 " 2820
" 8. " (H)	4700,5 mm	3761 " 5640
" 9. " (J)	9401 mm	9401

Weitere Auswertungsrechnung zur Ermittlung der Stegziffer siehe die folgenden Blätter III bis X.

Stegziffer: 53,6

$$\frac{\text{Kopfziffer}}{\text{Stegziffer}} = \frac{207,5}{53,6} = 3,87 \text{ Wertziffer}.$$

Maschine: H a l l e n s i s .

Leimstreifen: 2.

Blatt 1.

A	B	C	D_1	E_1	F_1
55	84	231	309	761	1374
29					
102	147				
45					
9	16	78			
7					
21	62				
41					
55	57	300	452		
2					
44	243				
199					
73	83	152			
10					
59	69				
10					
94	104	109	478	613	
10					
1	5				
4					
51	298	369			
247					
58	71				
13					
27	40	70	135		
13					
21	30				
9					
10	13	65			
3					
1	52				
51					
2	5	1	1	1	1

A	B	C	D_1	E_1	F_1	G_1	H_1	J_1
129	131	209	365	622	1113	2487		
2								
30	78							
48								
15	88	156						
73								
12	68							
56								
107	153	190	257					
46								
4	37							
33								
16	56	67						
40								
2	11							
9								
5	7	256	374	491				
2								
56	249							
193								
37	112	118						
75								
1	6							
5								
22	22	47	117					
0								
12	25							
13								
25	30	70						
5								
18	40							
22								
4	3	2	1	2	1	1		

IV

Maschine: H a l l e n s i s .

Blatt 2.

Leimstreifen: 2.

A	B	C	D_1	E_1	F_1
40	44	113	365	587	1579
4					
23	69				
46					
51	126	252			
75					
123	126				
3					
74	103	128	222		
29					
15	25				
10					
9	21	94			
12					
3	73				
70					
158	183	373	856	992	
25					
187	190				
3					
40	382	483			
342					
58	101				
43					
26	36	48	136		
10					
7	12				
5					
18	26	88			
8					
35	62				
27					
4	3	1	0	1	0

A	B	C	D_1	E_1	F_1	G_1	H_1	J_1
14	49	95	199	468	1321	2900	5387	
35								
12	46							
34								
30	35	104						
5								
40	69							
29								
16	57	96	269					
41								
1	39							
38								
59	76	173						
17								
57	97							
40								
30	170	242	311	853				
140								
38	72							
34								
10	26	69						
16								
24	43							
19								
94	101	136	542					
7								
6	35							
29								
33	240	406						
207								
133	166							
13								
11	3	2	2	0	1	0	1	

Maschine: H a l l e n s i s .

Blatt 3.

Leimstreifen: 2.

A	B	C	D_1	E_1	F_1
4	7	29	169	579	1173
3					
2	22				
20					
21	103	140			
82					
34	37				
3					
8	69	366	410		
61					
24	297				
273					
29	34	44			
5					
8	10				
2					
41	61	74	309	594	
20					
13	13				
0					
28	40	235			
12					
30	195				
165					
88	143	188	285		
55					
15	45				
30					
29	36	97			
7					
48	61				
13					
4	3	1	2	2	1

A	B	C	D_1	E_1	F_1	G_1	H_1	J_1
5	34	70	142	512	1126	2299		
29								
35	36							
1								
6	12	72						
6								
13	60							
47								
9	40	73	370					
31								
29	33							
4								
184	233	297						
49								
51	64							
13								
10	34	144	222	614				
24								
63	110							
47								
32	54	78						
22								
8	24							
16								
58	96	210	392					
38								
99	114							
15								
42	166	182						
124								
12	16							
4								
5	2	1	0	2	1	1		

VI

Maschine: H a l l e n s i s .

Leimstreifen: 2.

A	B	C	D_1	E_1	F_1
0	14	93	167	337	725
14					
14	79				
65					
11	46	74			
35					
2	28				
26					
11	29	100	170		
18					
17	71				
54					
14	20	70			
6					
40	50				
10					
62	156	225	289	388	
94					
6	69				
63					
0	43	64			
43					
10	21				
11					
23	36	78	99		
13					
32	42				
10					
1	12	21			
11					
5	9				
4					
4	3	0	1	0	0

A	B	C	D_1	E_1	F_1	G_1	H_1	J_1
36	41	191	334	658	990	1715	4014	9401
5								
55	150							
95								
48	106	143						
58								
11	37							
26								
61	79	210	324					
18								
56	131							
75								
16	38	114						
22								
32	76							
44								
25	36	46	89	332				
11								
5	10							
5								
5	6	43						
1								
29	37							
8								
16	58	130	243					
42								
17	72							
55								
47	78	113						
31								
24	35							
11								
5	4	2	3	1	1	0	1	1

Maschine: H a l l e n s i s.

Leimstreifen: 2.

F'_1	G_2	H_3	J_5
1113	2692	5186	9401
1579			
1321	2494		
1173			
1126	1851	4215	
725			
990	2364		
1374			
	3	2	1

D'_1	E_2	F_3	G_5	H_9	J_{17}
452	930	1430	2543	5247	9401
478					
135	500				
365					
257	631	1113			
374					
117	482				
365					
222	1078	1413	2704		
856					
136	335				
199					
269	580	1291			
311					
542	711				
169					
410	719	1146	2297	4154	
309					
285	427				
142					
370	592	1151			
222					
392	559				
167					
170	459	892	1857		
289					
99	433				
334					
324	413	965			
89					
243	552				
309					
	7	5	3	0	1

F'_3	G_6	H_{11}	J_{21}
1113	2526	4963	9401
1413			
1291	2437		
1146			
1151	2043	4438	
892			
965	2395		
1430			
	4	2	1

E'_1	F_2	G_3	H_5	J_9
613	1235	2313	5205	9401
622				
491	1078			
587				
992	1460	2892		
468				
853	1432			
579				
594	1106	2037	4196	
512				
614	951			
337				
388	1046	2132		
658				
332	1093			
761				
	6	3	2	1

E'_2	F_4	G_7	H_{13}	J_{25}
500	1131	2691	5036	9401
631				
482	1560			
1078				
335	915	2345		
580				
711	1430			
719				
427	1019	2037	4365	
592				
559	1018			
459				
433	846	2328		
413				
552	1482			
930				
	8	4	2	1

F'_2	G_4	H_7	J_{13}
1078	2538	5076	9401
1460			
1432	2538		
1106			
951	1997	4325	
1046			
1093	2328		
1235			
	4	2	1

F'_4	G_8	H_{15}	J_{29}
1560	2475	4924	9401
915			
1430	2449		
1019			
1018	1864	4477	
846			
1482	2613		
1131			
	3	2	1

VIII

Maschine: H a l l e n s i s .

Leimstreifen: 2.

C'	D_2	E_3	F_5	G_9	H_{17}
78					
300	378				
152		639			
109	261				
369			1352		
70	439				
65		713			
209	274				
156				2369	
190	346				
67		669			
256	323				
118			1017		
47	165				
70		348			
113	183				5185
252					
128	380				
94		847			
373	467				
483			1561		
48	531				
88		714			
95	183			2816	
104					
96	200				
173		615			
242	415				
69			1255		
136	205				
406		640			
29	435				
	4	4	3	2	1

C'	D_2	E_3	F_5	G_9	H_{17}	J_{33}
140						
366	506					
44		624				
74	118					
235			1214			
188	423					
97		590				
70	167					
72				2363		
73	145					
297		586				
144	441					
78			1149			
210	288					
182		563				
93	275					
74					4216	
100	174					9401
70		469				
225	295					
64			823			
78	142					
21		354				
191	212					
143				1853		
210	353					
114		513				
46	160					
43			1030			
130	173					
113		517				
231	344					
	4	6	3	1	1	1

Maschine: H a l l e n s i s .

Leimstreifen: 2.

F'_5	G_{10}	H_{19}	J_{37}
1017	2578	5047	9401
1561			
1255	2469		
1214			
1149	1972	4354	
823			
1030	2382		
1352			
	4	2	1

D'_2	E_4	F_7	G_{13}	H_{25}	J_{49}
261	700	1320	2371	5313	9401
439					
274	620				
346					
323	488	1051			
165					
183	563				
380					
467	998	1381	2942		
531					
183	383				
200					
415	620	1561			
205					
435	941				
506					
118	541	853	2031	4088	
423					
167	312				
145					
441	729	1178			
288					
275	449				
174					
295	437	1002	2057		
142					
212	565				
353					
160	333	1055			
173					
344	722				
378					
	7	6	3	2	1

F'_7	G_{14}	H_{27}	J_{53}
1051	2432	4846	9401
1381			
1561	2414		
853			
1178	2180	4555	
1002			
1055	2375		
1320			
	4	2	1

E'_3	F_6	G_{11}	H_{21}	J_{41}
713	1382	2577	5170	9401
669				
348	1195			
847				
714	1329	2593		
615				
640	1264			
624				
590	1176	2208	4231	
586				
563	1032			
469				
354	867	2023		
513				
517	1156			
639				
	7	4	2	1

E'_4	F_8	G_{15}	H_{29}	J_{57}
620	1108	2669	5154	9401
488				
563	1561			
998				
383	1003	2485		
620				
941	1482			
541				
312	1041	1927	4247	
729				
449	886			
437				
565	898	2320		
333				
722	1422			
700				
	3	4	2	1

F'_6	G_{12}	H_{23}	J_{45}
1195	2524	4964	9401
1329			
1264	2440		
1176			
1032	1899	4437	
867			
1156	2538		
1382			
	4	2	1

F'_8	G_{16}	H_{31}	J_{67}
1561	2564	5087	9401
1003			
1482	2523		
1041			
886	1784	4314	
898			
1422	2530		
1108			
	3	2	1

T - V e r f a h r e n

Maschine: H a l l e n s i s .

Leimstreifen: 2. Stegziffer: 53.6

	A	B	C	D	E	F	G	H	J
$A \div J_1$	39	26	10	10	9	6	2	2	1
H_2J_3								2	1
$G_2 \div J_5$							3	2	1
H_4J_7								2	1
$F_2 \div J_9$						6	3	2	1
H_6J_{11}								2	1
$G_4 \div J_{13}$							4	2	1
H_8J_{15}								2	1
$E_2 \div J_{17}$					7	5	3	2	1
$H_{10}J_{19}$								2	1
$G_6 \div J_{21}$							4	2	1
$H_{12}J_{23}$								2	1
$F_4 \div J_{25}$						3	4	2	1
$H_{14}J_{27}$								2	1
$G_8 \div J_{29}$							3	2	1
$H_{16}J_{31}$								2	1
$D_2 \div J_{33}$				8	10	6	3	2	1
$H_{18}J_{35}$								2	1
$G_{10} \div J_{37}$							4	2	1
$H_{20}J_{39}$								2	1
$F_6 \div J_{41}$						7	4	2	1
$H_{22}J_{43}$								2	1
$G_{12} \div J_{45}$							4	2	1
$H_{24}J_{47}$								2	1
$E_6 \div J_{49}$					7	6	3	2	1
$H_{26}J_{51}$								2	1
$G_{14} \div J_{53}$							4	2	1
$H_{28}J_{55}$								2	1
$F_8 \div J_{57}$						5	4	2	1
$H_{30}J_{59}$								2	1
$G_{16} \div J_{61}$							3	2	1
$H_{32}J_{63}$								2	1
Summe d. Gruppen innerhalb des Bereiches	39	26	10	18	33	42	55	64	64
Gesamtzahl der Gruppen	256	128	64	64	64	64	64	64	64
Prozent der Gruppen innerhalb des Bereiches (Ordinaten des Stegdiagramms)	15.2	20.3	15.6	28.1	51.6	65.6	86.0	100	100
					Summe 482.4				

Stegziffer $\frac{482.4}{9} = 53.6$

Schrifttumsübersicht.

Gustav Fischer: Hauptprüfung von Drillmaschinen. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft Heft 222, Berlin 1911.

Gustav Fischer: Versuche an Drillmaschinenschubrädern. Die Technik in der Landwirtschaft, Jahrgang 1920/21.

Gerd v.Below: Untersuchungen zur Frage der maschinellen Dünn- und Einzelkornsaat. Königsberg 1923.

Walter Mertens: Beitrag zur Kenntnis der Ausstreuvorgänge bei Mitnehmer- und Schubraddrillmaschinen. Hannover 1924.

Gustav Fischer: Hauptprüfung der Drillmaschinen. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Jahrgang 1926, Stück 2

Joachim Caesar: Untersuchungen über den Einfluß der Triebkraft des Saatgutes und der Verteilung der Pflanzen auf Versuchsflächen auf den Ertrag und Versuchsfehler. Inauguraldissertation Halle a.S.1927.

Joachim Kinitz: Gleichstandsaat oder Dibbelsaat bei Sommergerste. Die Technik in der Landwirtschaft, Jahrgang 1929, Seite 168.

siehe ferner:

Hans Zödler: Eine neue Methode zur Auswertung von Leimstreifenversuchen Die Technik in der Landwirtschaft, Heft 1, Jahrgang 1928.

" " : Leimstreifenversuche an drei Drillmaschinen verschiedener Systeme. Die Technik in der Landwirtschaft, Heft 11, Jahrgang 1928.

" " : Der Sävorgang unter der Zeitlupe. Die Technik in der Landwirtschaft, Heft 10, Jahrgang 1929.

****

Die vorliegende Arbeit wurde auf Anregung von Herrn Professor L. Erhardt im Institut für Landmaschinenkunde an der Universität Breslau durchgeführt. Herrn Prof. Erhardt spreche ich meinen herzlichsten Dank aus für die freundliche Unterstützung meiner Arbeit. In gleicher Weise danke ich Herrn Dipl.-Ing. Gerdes für seine treffenden Hinweise hinsichtlich der textlichen Gestaltung der Dissertation.

L e b e n s l a u f .

Am 2.August 1900 bin ich als Sohn des Kaufmanns Konstantin Z ö d l e in Beuthen Oberschlesien geboren. Ich bin katholischen Bekenntnisses.

Während des Jahres 1919 gehörte ich dem Grenzschutz und der Reichswe an.

Im März 1921 legte ich an der Oberrealschule in Beuthen die Reifepri fung ab und absolvierte mein praktisches Jahr als Schlosser und Elektrike in der oberschlesischen Industrie.

Im Oktober 1921 wurde ich an der Technischen Hochschule zu Breslau immatrikuliert und bestand dort im Frühjahr 1926 die Diplom-Hauptprüfung an der Fakultät für Maschinenwirtschaft.

Seit dieser Zeit bin ich als Assistent bei Professor Dipl.-Ing. E r h a r d t am Landmaschineninstitut der Universität Breslau beschäftigt.

Vervielfältigung der Gemeinnützigen Schreibstube, Braunschweig,
Wilhelmstraße 97. Fernruf 7447.